COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
ÉTUDE 87-25

# LA CARTOGRAPHIE DES PAYSAGES

## RAPPORT DU COMITÉ CONSULTATIF DU CONSEIL GÉOSCIENTIFIQUE CANADIEN À LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA SUR LA PRODUCTION EN GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE ET EN GÉOLOGIE APPLIQUÉE

Produit par le
CONSEIL GÉOSCIENTIFIQUE CANADIEN

Comité consultatif

M. Church (président)
J.-Y. Chagnon
E.A. Christiansen
S.B. McCann
H.W. Nasmith
G.C. Topp

1988

Énergie, Mines et Ressources Canada
Energy, Mines and Resources Canada

89-04892/

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1988

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés et autres librairies

ou par la poste au

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada K1A 0S9

et aussi aux:

Bureaux de la Commission géologique du Canada,

601, rue Booth,
Ottawa, K1A 0E8

3303-33rd Street, N.W.,
Calgary (Alberta) T2L 2A7

Un exemplaire en consignation de la présente publication est également disponible dans les bibliothèques publiques à travers le Canada.

N° de catalogue M44-87/25F Canada: $5.00
ISBN 0-660-92406-4 Hors Canada: $6.00

Prix sujet à changement sans avis préalable

Also available in English

# TABLE DES MATIÈRES


**Première partie**

1 Préface

2 Résumé: Mandat et recommandations

3 Commentaire de la Commission géologique du Canada

**Deuxième partie**

**La cartographie des paysages – Rapport du comité consultatif du Conseil géoscientifique canadien à la Commission géologique du Canada sur la production en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée**

11 1. Introduction
11 1.1 Le mandat
12 1.2 Les activités du comité
13 1.3 Le plan du rapport

14 2. Présentation des études sur le Quaternaire
14 2.1 La portée pratique des études sur le Quaternaire
15 2.2 Les études sur le Quaternaire et la Commission géologique
16 2.3 Remarques en marge d'une définition

16 3. La clientèle
16 3.1 Professions
19 3.2 Applications et types d'information
22 3.3 Provenance et pertinence de l'information

23 4. La géologie du Quaternaire et la géologie appliquée: les produits de la Commission géologique du Canada et leur utilisation
23 4.1 Le bilan des publications
28 4.2 L'évaluation des produits
31 4.3 La procédure de publication à la Commission géologique
32 4.4 L'information destinée au grand public
32 4.5 Recommandations relatives aux séries de publications

34 5. Les problèmes actuels à considérer
34 5.1 La direction du programme de cartographie
36 5.2 La cartographie des régions littorales et côtières
36 5.3 La géologie et les ressources liées aux sols
37 5.4 La chimie de l'environnement de surface
38 5.5 L'enregistrement géologique des changements environnementaux
39 5.6 Les risques environnementaux: les processus géologiques holocènes
40 5.7 Hydrogéologie
40 5.8 Les méthodes d'acquisition des données
41 5.9 Sommaire des recommandations sur les problèmes actuels

43 6. L'accès aux données géologiques
43 6.1 L'utilisation et la conservation des données géologiques: des changements qui s'imposent
44 6.2 Le flot des données: l'acquisition et la création de banques
45 6.3 Le flot des données: le recouvrement
46 6.4 La structure de l'information en géologie: l'intégration des flots de données
48 6.5 Les banques de données régionales
48 6.6 Normes et modes de présentation relatifs aux données géologiques
51 6.7 L'accès aux données géologiques: un résumé de la situation

51 7. L'état actuel des connaissances et l'information en géologie
51 7.1 La cartographie de la géologie des formations en surface à la Commission géologique: les différentes approches

56 7.2 La stratigraphie quaternaire
56 7.3 Une structure de l'information en géologie
59 7.4 Le rôle de la Commission géologique dans la diffusion de l'information en géologie
60 7.5 Recommandations relatives aux données et à l'information en géologie

61 8. La géologie du Quaternaire et la géologie appliquée: un travail de collaboration
61 8.1 Le contexte
62 8.2 Le point de vue de la clientèle sur les possibilités de collaboration avec la Commission géologique du Canada
62 8.3 Des arrangements innovateurs?
63 8.4 Se tourner vers les universités
63 8.5 Recommandations en vue d'un élargissement des efforts de collaboration

64 9. Sommaire des recommandations

66 Remerciements
66 Bibliographie

**Annexes**

69 1 Questionnaire adressé aux organismes
71 2. Questionnaire adressé aux utilisateurs d'information en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée

**Figures**

20 3.1 L'état de la cartographie géologique du Quaternaire au Canada (1987) et les années de publication.
35 5.2 La densité de la population, les régions géologiques et les échelles suggérées pour la cartographie du Quaternaire à l'échelle régionale au Canada.
47 6.3 Formulaires d'enregistrement des données recueillies sur le terrain: formulaire de projet de la Commission géologique du Canada; formulaire d'enregistrement des données du service d'analyse des terrains du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique.
52 7.4 La géologie des formations en surface et l'inventaire des terrains d'une partie du territoire représenté par la carte des lacs Kananaskis (NTS 82J).
57 7.5 Diagraphie stratigraphique géophysique de formations en surface.
58 7.6 Une structure de l'information en géologie.

**Tableaux**

14 3.1 Répartition des répondants au questionnaire selon la provenance régionale, la profession et le secteur d'activité.
18 3.2 Opinions des utilisateurs sur la couverture cartographique quaternaire, selon la provenance régionale.
24 4.3 Les études sur le Quaternaire produites par la Commission géologique du Canada de 1974 à 1985.
25 4.4 Répartition régionale des études sur le Quaternaire produites de 1974 à 1985
26 4.5 Production proportionnelle de la Commission géologique du Canada en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée de 1974 à 1985.
27 4.6 Production régionale d'études sur le Quaternaire de 1974 à 1985.
28 4.7 Comparaison entre la popu'ation régionale et la production par région en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée.
29 4.8 Sommaire de l'évaluation des méthodes de compte rendu de la Commission géologique du Canada par les utilisateurs.
50 6.9 Recommandations relatives à la densité des levés.

# PREMIÈRE PARTIE

## PRÉFACE

Depuis quelques années, la Commission géologique du Canada a adopté comme politique de soumettre certains volets de ses opérations scientifiques à l'examen de géoscientifiques de l'extérieur. Cet examen s'est ajouté aux vérifications et aux analyses obligatoires des opérations auxquelles procédaient déjà le personnel du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources ou des équipes formées de représentants de divers ministères. Ces mesures ont fourni un ensemble d'évaluations qui ont permis de porter un jugement sur l'efficacité des procédures scientifiques et administratives en usage à la Commission géologique en ce qui concerne l'utilisation, par la Direction, des ressources financières et humaines qui lui sont accordées, ainsi que sur la pertinence et l'à propos de sa production scientifique.

C'est le Conseil géoscientifique canadien qui fut le principal agent de vérification externe. De temps à autre, des comités consultatifs ou des comités d'étude formés par le Conseil et composés de représentants des principaux secteurs d'où provient la 'clientèle' de la Commission géologique (industrie, enseignement, autres organismes des gouvernements fédéral ou provinciaux) ont procédé à des évaluations et remis des rapports sur différents aspects des activités de la Direction dans des domaines de recherche particuliers.

Ce rapport est le produit d'une étude effectuée par un de ces comités consultatifs; il faisait suite à des recommandations précises tirées d'un précédent rapport sur la production de la Commission géologique du Canada publié en 1983 par le Conseil géoscientifique canadien. La question de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée est un sujet d'une importance particulière pour le Canada et, par voie de conséquence, pour la Commission géologique. Plus de 95 pour cent du territoire canadien ont été soumis à des glaciations de type continental ou alpin. Ces événements sont récents à l'échelle géologique et continuent même de se produire sous des latitudes septentrionales et dans les régions de hautes montagnes; ils expliquent la présence au Canada d'une importante couverture de matériaux meubles sur laquelle ont été érigées la plupart de nos villes et dont dépend notre production agricole et forestière. Il est indispensable de bien connaître ces matériaux, leurs processus de mise en place, leurs propriétés et leur comportement en présence des processus géologiques contemporains pour prendre des décisions éclairées en ce qui a trait à la gestion du territoire de l'ensemble du pays. L'étude des dépôts meubles ou de la "géologie des formations en surface" et l'application de ces connaissances à des travaux d'ingénierie a fait partie intégrante des activités de la Commission géologique presque depuis sa création. Les publications et rapports tirés de ces études ont été utiles non seulement à la clientèle traditionnelle de la Commission géologique provenant de l'industrie minière et pétrolière mais également à un grand nombre de clients s'intéressant à l'aménagement du territoire et à des questions de géotechnique. Il était donc approprié et opportun d'entreprendre cette étude pour compléter les analyses récentes portant sur d'autres volets du programme d'activités de la Commission géologique et de sa production.

Voici donc le *Rapport du Comité consultatif du Conseil géoscientifique canadien à la Commission géologique du Canada sur la production en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée* intitulé *La cartographie des paysages* et un *Commentaire* de la Commission géologique sur ce rapport. Ce Commentaire a pour objet d'incorporer au rapport la première réaction de la Commission géologique aux recommandations qu'il contient et non d'examiner en détail les conclusions et les recommandations du Comité. La lecture du Rapport et du Commentaire permettra de constater que toutes les recommandations sont utiles et dignes d'attention; toutefois, elles ne sont pas toutes acceptables au même degré ou ne présentent pas toutes les mêmes possibilités de mise en oeuvre.

Les rapports préliminaires des comités consultatifs du Conseil géoscientifique canadien à la Commission géologique ont été publiés par la Commission géologique à l'intention du Conseil. Grâce à une entente avec le Conseil géoscientifique canadien, ce rapport pourra être publié dans la série des Études de la Commission géologique du Canada. Le texte manuscrit de ce rapport tel qu'approuvé a été remis en avril 1987 à la Division de l'information géoscientifique de la Commission géologique pour fins de publication en anglais et en français.

La Commission géologique tient ici à faire part au Conseil géoscientifique canadien de son appréciation pour l'aide constante qu'il lui a apportée dans l'examen des opérations et de la production de la Commission géologique; elle tient à remercier plus particulièrement le professeur M. Church (président) et les membres de son comité pour avoir procédé à une étude aussi minutieuse et aussi complète. Le Rapport et les recommandations qui en découlent ont une grande valeur pour la Commission géologique. Nous sommes résolus à en faire bénéficier notre

clientèle en nous inspirant de ce rapport pour améliorer nos opérations et nos produits.

## RÉSUMÉ: MANDAT ET RECOMMANDATIONS

1. *Identifier, pour divers utilisateurs (géologues, géographes, ingénieurs, planificateurs, autres ministères ou organismes du gouvernement fédéral, et autres), les demandes actuelles et futures (sur une période de 10 ans) de données et d'information géologiques spécifiques qui seront adressées à la Commission géologique du Canada dans le domaine de la géologie du Quaternaire de la géologie appliquée en tenant compte:*
   *(a) des régions géographiques ou des applications (par ex., exploration minière, exploitation des hydrocarbures des régions pionnières, zones urbaines, couloirs de transport, etc.);*
   *(b) des normes de précision et des modes de présentation des données qui répondent le mieux aux besoins.*

Recommandations

(1.1) La Commission géologique devrait continuer à considérer le programme de cartographie géologique régionale – et l'interprétation de l'histoire du Quaternaire qui s'y rattache – comme sa principale activité. Cependant, l'échelle des cartes devrait tenir compte du degré d'activité économique des régions canadiennes. Le choix final des échelles appropriées, pouvant atteindre 1/25 000 dans les secteurs métropolitains de recensement, devrait être fait après étude des normes relatives à l'information fournie par les cartes.

(1.2) Il faudrait se préoccuper davantage de la cartographie du littoral et des régions marines situées en bordure et chercher à dresser des cartes représentant à la fois les caractéristiques de la morphologie littorale et la géologie des formations en surface littorales et marines. Pour améliorer les méthodes de travail sur le terrain, il faudrait mettre au point des techniques recourant à la géophysique et à la télédétection et l'utilisation de petites embarcations.

(1.3) Il faudrait vérifier les possibilités d'une plus grande coordination entre la cartographie des sols et celle de la géologie quaternaire à l'échelle régionale. Dans une première étape, cette coordination pourrait prendre la forme de consultations entre la Commission géologique et le Service de relevés pédologiques du Canada.

(1.4) Les recherches sur la géochimie des formations en surface devraient faire partie du programme de cartographie régionale. A partir d'un examen des pratiques actuelles, il faudrait déterminer quels types d'information et quelles méthodes de cueillette, d'analyse et de compte rendu des données seront le plus couramment utilisés au cours des 15 prochaines années, en tenant compte des applications possibles à l'exploration minière et à la gestion de l'environnement.

(1.5) La Commission géologique devrait intervenir pour que le nombre d'études sur les environnements holocènes au Canada augmente de façon sensible.

(1.6) La Commission géologique devrait encourager l'étude, à l'échelle régionale, des éléments cartographiables des risques environnementaux associés à la géologie du socle et des formations en surface, et elle devrait, dans son programme de cartographie régionale, accorder un intérêt particulier à la présence de sols sensibles et de pergélisol.

(1.7) La Commission géologique devrait songer à redonner une place plus importante à l'évaluation régionale des nappes phréatiques dans son programme de cartographie régionale, surtout dans les provinces des Prairies.

(1.8) La Commission géologique du Canada devrait créer un groupe de travail pour étudier les avantages de nouvelles méthodes d'acquisition et de traitement des données et les conséquences que leur adoption entraînerait sur la poursuite du programme en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée et faire des recommandations à la Commission sur les mesures à mettre en oeuvre.

(1.9) La Commission géologique du Canada devrait organiser une rencontre à l'échelle nationale pour discuter des normes à adopter pour la cartographie des formations en surface, les légendes des cartes, les formats et le mode de présentation des données relatives à ces formations.

2. *Tenir compte de l'importance relative des demandes de données et d'information des groupes d'utilisateurs.*

Recommandations

(2.1) La Commission géologique devrait se préoccuper davantage de la cartographie

des régions habitées du pays ainsi que de la compilation des cartes remises à jour pour les régions voisines des grands centres urbains.

3. *Faire des recommandations à la Commission géologique sur les changements ou les modifications à apporter aux produits de la Direction en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée en vue d'augmenter leur utilité pour la clientèle. Les modifications ou les changements recommandés devront être conciliables avec les mandats de la Direction en ce qui a trait à la géologie du Quaternaire et à la géologie appliquée et avec les ressources dont dispose la Direction pour les études en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée.*

Recommandations

(3.1) La Commission devrait considérer la revalorisation de ses publications finales (cartes de la série "A", Mémoires, Bulletins, Études) en tant que véhicules de ses produits traditionnels (rapports, cartes) les plus importants, et elle devrait recourir à une technologie capable d'en assurer la publication en temps opportun.

(3.2) La série des dossiers publics devrait être consacrée expressément à la diffusion de matériel non conventionnel, de séries de données, de certains rapports de conseillers techniques et d'autres produits qui ne satisfont pas aux exigences thématiques ou matérielles des publications finales.

(3.3) Recherches en cours devrait être remplacé par des contributions aux journaux de l'extérieur et par la mise en place d'un service d'information sur les projets adapté aux besoins de la clientèle.

(3.4) Les conférences sur des thèmes généraux et les journées d'accueil devraient être abandonnées comme moyens d'entrer en communication avec la clientèle.

(3.5) La Commission géologique devrait plutôt organiser des séminaires dans les centres régionaux à l'intention de clientèles-cibles, en collaboration avec des spécialistes de la province ou de l'endroit, dans le but de renseigner les gens sur les réalisations les plus récentes de la Commission et sur d'autres activités de recherche ou d'inventaire.

(3.6) La Commission géologique devrait désigner des membres du personnel des projets régionaux pour des engagements de longue durée dans l'une ou l'autre des régions habitées du Canada et ils devraient avoir leurs bureaux dans les régions mêmes.

(3.7) La Commission géologique devrait mettre en place, à l'intention du grand public, un programme d'information portant sur ses projets en cours et sur ses réalisations et mettant plus particulièrement l'accent sur la géologie du Quaternaire et ses applications.

4. *Identifier les problèmes relatifs à la mobilisation de spécialistes et de données venant de l'extérieur, par le biais de contrats ou de programmes coopératifs, dans le but d'enrichir les bases nationales de données et d'information en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée; proposer des moyens de résoudre ces problèmes avec les ressources actuelles et prévisibles.*

Recommandations

(4.1) La Division de la science des terrains devrait modifier la composition de son personnel de manière à augmenter le nombre des techniciens par rapport à celui des chercheurs.

(4.2) Les contrats de cartographie, qu'ils soient exécutés par le secteur privé ou le secteur public, devraient toujours être écrits et exiger le respect de normes d'exécution permettant l'intégration des résultats au programme de cartographie de base. Les travaux de cartographie provinciaux devraient être intégrés au programme national de cartographie lorsqu'il y a entente sur les normes.

(4.3) La Commission géologique devrait examiner la possibilité de recourir à de nouvelles formules d'engagement pour s'assurer officiellement les services de scientifiques à titre honorifique ou à temps partiel.

(4.4) La Commission géologique devrait tenter d'établir des liens de collaboration plus importants avec les universités dans les nombreux domaines où elles pourraient aider la Commission à mieux remplir son mandat.

## COMMENTAIRE SUR LE RAPPORT DU COMITÉ CONSULTATIF DU CONSEIL GÉOSCIENTIFIQUE CANADIEN À LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA SUR LA PRODUCTION EN GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE ET EN GÉOLOGIE APPLIQUÉE

### INTRODUCTION

Le *Rapport du Comité consultatif du Conseil géoscientifique canadien à la Commission géologique sur la production en géologie du Quaternaire et en*

clientèle en nous inspirant de ce rapport pour améliorer nos opérations et nos produits.

## RÉSUMÉ: MANDAT ET RECOMMANDATIONS

1. *Identifier, pour divers utilisateurs (géologues, géographes, ingénieurs, planificateurs, autres ministères ou organismes du gouvernement fédéral, et autres), les demandes actuelles et futures (sur une période de 10 ans) de données et d'information géologiques spécifiques qui seront adressées à la Commission géologique du Canada dans le domaine de la géologie du Quaternaire de la géologie appliquée en tenant compte:*
   *(a) des régions géographiques ou des applications (par ex., exploration minière, exploitation des hydrocarbures des régions pionnières, zones urbaines, couloirs de transport, etc.);*
   *(b) des normes de précision et des modes de présentation des données qui répondent le mieux aux besoins.*

Recommandations

(1.1) La Commission géologique devrait continuer à considérer le programme de cartographie géologique régionale – et l'interprétation de l'histoire du Quaternaire qui s'y rattache – comme sa principale activité. Cependant, l'échelle des cartes devrait tenir compte du degré d'activité économique des régions canadiennes. Le choix final des échelles appropriées, pouvant atteindre 1/25 000 dans les secteurs métropolitains de recensement, devrait être fait après étude des normes relatives à l'information fournie par les cartes.

(1.2) Il faudrait se préoccuper davantage de la cartographie du littoral et des régions marines situées en bordure et chercher à dresser des cartes représentant à la fois les caractéristiques de la morphologie littorale et la géologie des formations en surface littorales et marines. Pour améliorer les méthodes de travail sur le terrain, il faudrait mettre au point des techniques recourant à la géophysique et à la télédétection et l'utilisation de petites embarcations.

(1.3) Il faudrait vérifier les possibilités d'une plus grande coordination entre la cartographie des sols et celle de la géologie quaternaire à l'échelle régionale. Dans une première étape, cette coordination pourrait prendre la forme de consultations entre la Commission géologique et le Service de relevés pédologiques du Canada.

(1.4) Les recherches sur la géochimie des formations en surface devraient faire partie du programme de cartographie régionale. A partir d'un examen des pratiques actuelles, il faudrait déterminer quels types d'information et quelles méthodes de cueillette, d'analyse et de compte rendu des données seront le plus couramment utilisés au cours des 15 prochaines années, en tenant compte des applications possibles à l'exploration minière et à la gestion de l'environnement.

(1.5) La Commission géologique devrait intervenir pour que le nombre d'études sur les environnements holocènes au Canada augmente de façon sensible.

(1.6) La Commission géologique devrait encourager l'étude, à l'échelle régionale, des éléments cartographiables des risques environnementaux associés à la géologie du socle et des formations en surface, et elle devrait, dans son programme de cartographie régionale, accorder un intérêt particulier à la présence de sols sensibles et de pergélisol.

(1.7) La Commission géologique devrait songer à redonner une place plus importante à l'évaluation régionale des nappes phréatiques dans son programme de cartographie régionale, surtout dans les provinces des Prairies.

(1.8) La Commission géologique du Canada devrait créer un groupe de travail pour étudier les avantages de nouvelles méthodes d'acquisition et de traitement des données et les conséquences que leur adoption entraînerait sur la poursuite du programme en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée et faire des recommandations à la Commission sur les mesures à mettre en oeuvre.

(1.9) La Commission géologique du Canada devrait organiser une rencontre à l'échelle nationale pour discuter des normes à adopter pour la cartographie des formations en surface, les légendes des cartes, les formats et le mode de présentation des données relatives à ces formations.

2. *Tenir compte de l'importance relative des demandes de données et d'information des groupes d'utilisateurs.*

Recommandations

(2.1) La Commission géologique devrait se préoccuper davantage de la cartographie

des régions habitées du pays ainsi que de la compilation des cartes remises à jour pour les régions voisines des grands centres urbains.

3. *Faire des recommandations à la Commission géologique sur les changements ou les modifications à apporter aux produits de la Direction en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée en vue d'augmenter leur utilité pour la clientèle. Les modifications ou les changements recommandés devront être conciliables avec les mandats de la Direction en ce qui a trait à la géologie du Quaternaire et à la géologie appliquée et avec les ressources dont dispose la Direction pour les études en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée.*

Recommandations

(3.1) La Commission devrait considérer la revalorisation de ses publications finales (cartes de la série "A", Mémoires, Bulletins, Études) en tant que véhicules de ses produits traditionnels (rapports, cartes) les plus importants, et elle devrait recourir à une technologie capable d'en assurer la publication en temps opportun.

(3.2) La série des dossiers publics devrait être consacrée expressément à la diffusion de matériel non conventionnel, de séries de données, de certains rapports de conseillers techniques et d'autres produits qui ne satisfont pas aux exigences thématiques ou matérielles des publications finales.

(3.3) Recherches en cours devrait être remplacé par des contributions aux journaux de l'extérieur et par la mise en place d'un service d'information sur les projets adapté aux besoins de la clientèle.

(3.4) Les conférences sur des thèmes généraux et les journées d'accueil devraient être abandonnées comme moyens d'entrer en communication avec la clientèle.

(3.5) La Commission géologique devrait plutôt organiser des séminaires dans les centres régionaux à l'intention de clientèles-cibles, en collaboration avec des spécialistes de la province ou de l'endroit, dans le but de renseigner les gens sur les réalisations les plus récentes de la Commission et sur d'autres activités de recherche ou d'inventaire.

(3.6) La Commission géologique devrait désigner des membres du personnel des projets régionaux pour des engagements de longue durée dans l'une ou l'autre des régions habitées du Canada et ils devraient avoir leurs bureaux dans les régions mêmes.

(3.7) La Commission géologique devrait mettre en place, à l'intention du grand public, un programme d'information portant sur ses projets en cours et sur ses réalisations et mettant plus particulièrement l'accent sur la géologie du Quaternaire et ses applications.

4. *Identifier les problèmes relatifs à la mobilisation de spécialistes et de données venant de l'extérieur, par le biais de contrats ou de programmes coopératifs, dans le but d'enrichir les bases nationales de données et d'information en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée; proposer des moyens de résoudre ces problèmes avec les ressources actuelles et prévisibles.*

Recommandations

(4.1) La Division de la science des terrains devrait modifier la composition de son personnel de manière à augmenter le nombre des techniciens par rapport à celui des chercheurs.

(4.2) Les contrats de cartographie, qu'ils soient exécutés par le secteur privé ou le secteur public, devraient toujours être écrits et exiger le respect de normes d'exécution permettant l'intégration des résultats au programme de cartographie de base. Les travaux de cartographie provinciaux devraient être intégrés au programme national de cartographie lorsqu'il y a entente sur les normes.

(4.3) La Commission géologique devrait examiner la possibilité de recourir à de nouvelles formules d'engagement pour s'assurer officiellement les services de scientifiques à titre honorifique ou à temps partiel.

(4.4) La Commission géologique devrait tenter d'établir des liens de collaboration plus importants avec les universités dans les nombreux domaines où elles pourraient aider la Commission à mieux remplir son mandat.

## COMMENTAIRE SUR LE RAPPORT DU COMITÉ CONSULTATIF DU CONSEIL GÉOSCIENTIFIQUE CANADIEN À LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA SUR LA PRODUCTION EN GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE ET EN GÉOLOGIE APPLIQUÉE

### INTRODUCTION

Le *Rapport du Comité consultatif du Conseil géoscientifique canadien à la Commission géologique sur la production en géologie du Quaternaire et en*

*géologie appliquée* fait partie des mesures officielles d'évaluation des programmes en vigueur au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Ce rapport a été commandé par le directeur général de la Commission géologique du Canada et il fait directement suite à la conclusion tirée d'un précédent rapport du Conseil géoscientifique canadien (Coope et coll., 1983) sur la production d'ensemble de la Direction de la Commission géologique du Canada selon lequel "les ingénieurs et les planificateurs considèrent que les données de base en sciences de la terre fournies par la Commission géologique du Canada sont d'une importance vitale pour les études d'utilisation des terres. Cependant, la couverture cartographique et la vitesse de production des cartes ne satisfont pas la demande actuelle."

En plus d'aider la Direction à procéder à son habituelle évaluation de ses programmes et de ses produits, le présent comité consultatif devait, entre autres choses définies dans son mandat, identifier les différents utilisateurs des produits appartenant au domaine de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée ainsi que leurs besoins spécifiques d'information au cours des dix prochaines années. Étant donné les applications de plus en plus nombreuses de l'information en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée à la gestion des terres et à des questions environnementales tout autant qu'à l'exploration minière dans les régions du Canada qui ont connu un épisode glaciaire, il est indispensable de posséder une vue d'ensemble des "clients" actuels de la Direction et de leurs besoins d'information pour que la Commission géologique remplisse adéquatement son mandat.

Pendant la phase de préparation de ce rapport par le comité consultatif, l'organisation de la Commission géologique a subi des changements majeurs qui sont entrés en vigueur le 1er avril 1986; à compter de cette date, les anciennes Directions de la Commission géologique du Canada et de la physique du Globe ont fusionné pour former une seule unité administrative. Après cette réorganisation, la Division de la science des terrains, principale responsable de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée à la Commission, s'est enrichie d'unités scientifiques dont le travail portait sur le pergélisol, la glaciologie et la géophysique des terrains et dont l'administration relevait auparavant de la Direction de la physique du Globe, de l'Étude du plateau continental polaire et de la Commission géologique. Ces changements au niveau de l'organisation, même s'ils donnent à la Commission géologique les moyens de s'occuper à l'échelle nationale des problèmes qui se posent en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée, n'enlèvent au Rapport du comité consultatif à la Commission géologique ni sa valeur, ni sa pertinence.

Le comité consultatif a intitulé son rapport *La cartographie des paysages*; ce titre est un bref rappel d'un thème qui revient souvent chez les clients de la Commission géologique comme le rapporte le comité consultatif (section 3.2) quand il affirme que "la production de cartes régionales adéquates et d'interprétations de l'histoire géologique a une importance primordiale". Par conséquent, le comité consultatif a surtout considéré le programme de la Commission géologique portant sur la cartographie géologique du Quaternaire des régions continentales et littorales. L'attention du comité a également porté sur les échelles cartographiques, le contenu de l'information, l'acquisition des données à cartographier et l'accès à ces données – toutes ces questions se rattachant aux demandes exprimées par les clients dans leurs réponses aux questionnaires distribués par le comité consultatif à des utilisateurs représentatifs de toutes les parties du Canada. Il est entendu toutefois que l'expression "cartographie du Quaternaire" est une formule commode qui englobe toute la gamme des études sur les processus, la stratigraphie et la paléoécologie qui doivent aussi être considérées dans toute évaluation complète de la géologie du Quaternaire à l'échelle régionale.

Le comité consultatif s'est fidèlement acquitté de son mandat et il nous présente vingt-et-une recommandations qui, collectivement, concernent chacun des volets de ce mandat. Ces recommandations, qui s'adressent de façon spécifique à la direction de la Commission géologique du Canada, sont le principal objet du commentaire qui va suivre. Le rapport tout autant que le commentaire devraient toutefois être étudiés sans perdre de vue les objectifs de la Commission géologique en ce qui concerne les études en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée ni l'évolution constante de la situation en ce qui concerne les moyens et les compétences dont disposent les gouvernements provinciaux, les universités et le secteur privé pour entreprendre de telles études.

Les objectifs de la Commission géologique, en ce qui a trait à la géologie du Quaternaire et à la géologie appliquée, sont d'assurer la disponibilité de connaissances d'ensemble, de technologies et de compétences en ce qui concerne, d'une part, le territoire continental canadien et les régions littorales adjacentes et, d'autre part, toutes les conditions qui ont une influence sur l'utilisation des terres, la sécurité publique et l'élaboration de politiques. Alors que ces objectifs ont une portée nettement nationale, comme il convient à un organisme du gouvernement fédéral, leur atteinte et, par voie de conséquence, l'accessibilité des produits aux usagers ne peuvent être assurés que par des activités complémentaires réalisées avec la coopération de la Commission géologique,

d'organismes des gouvernements provinciaux et d'autres géoscientifiques oeuvrant dans le secteur du Quaternaire au Canada. Ceci explique que le Rapport du comité consultatif, même s'il s'adresse de façon spécifique à la Commission géologique du Canada, présente une évaluation des besoins de données et d'information en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée qui saura intéresser toute la communauté géoscientifique du Quaternaire.

La Commission géologique tient à transmettre ses remerciements et à faire part de sa satisfaction au président et aux membres du comité consultatif pour la minutie et la qualité professionnelle qui ont marqué leur recherche et le rapport qui en a résulté. En outre, le comité a droit à la gratitude de l'ensemble de la communauté géoscientifique du Quaternaire au Canada pour son analyse pénétrante et le bien-fondé de ses commentaires sur les relations complexes qui existent entre les produits qui traitent de géologie du Quaternaire et de géologie appliquée d'une part et les besoins de la clientèle d'autre part.

## LA CARTOGRAPHIE EN GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE ET EN GÉOLOGIE APPLIQUÉE – LES MÉTHODES, LES PRODUITS ET LES PRIORITÉS

Dans sa monographie sur les aspects logiques des cartes géologiques, Varnes (1974) écrit: "Une carte est un mode de classification spatiale qui transmet de l'information sur des phénomènes observables à la surface ou près de la surface du globe dans un but défini. La transmission d'information n'est possible que s'il existe, entre le cartographe et l'utilisateur de la carte, une entente telle que le message du cartographe est enregistré par l'utilisateur sans modification majeure."

L'objet du programme de cartographie géologique du Quaternaire de la Commission géologique du Canada est de fournir de l'information de base sur la nature, la répartition, l'origine et les relations spatiales caractéristiques des formations superficielles et du relief. Ainsi, les cartes produites par la Commission géologique et leurs légendes cherchent à tracer le portrait géologique de ce pays de manière à permettre à une grande variété d'utilisateurs d'interpréter et de mettre en application l'information qu'elles renferment. Ce n'est toutefois pas le rôle premier de la Commission géologique de fournir des interprétations de la géologie régionale en réponse aux besoins spécifiques d'information de tel ou tel groupe d'utilisateurs, par exemple, les spécialistes de l'aménagement. Le secteur privé est mieux placé pour offrir ce service d'interprétation. Les diverses clientèles et le comité consultatif étaient d'accord pour reconnaître l'importance du programme de cartographie régionale et pour recommander (1.1) son maintien mais en adoptant des échelles appropriées au niveau d'activité économique des différentes régions du Canada.

La Commission géologique accepte le principe de la recommandation 1.1 comme une règle qui permettra d'améliorer l'état des connaissances de base en géologie quaternaire à l'échelle régionale au Canada ainsi que les moyens de transmettre à notre clientèle une information mieux adaptée à ses besoins spécifiques. La mise en oeuvre de cette recommandation suppose toutefois l'intervention non seulement de la Commission géologique mais d'autres organismes. Comme les régions habitées du Canada pour lesquelles le comité consultatif recommande des échelles cartographiques supérieures à 1/250 000 (section 5.2) sont situées, pour la plupart, dans les provinces, il faudra que la Commission géologique s'entende avec les organismes provinciaux sur des programmes de cartographie complémentaires ou coopératifs.

Selon les opinions recueillies par le comité consultatif auprès des groupes de clients, il faudrait une information géologique quaternaire détaillée (échelle de 1/25 000 ou plus) et différents produits dérivés pour répondre aux besoins des planificateurs et des ingénieurs qui travaillent en milieu urbain (recommandation 2.1). Ce besoin d'information est peut-être plus grand maintenant qu'en 1971-1972 lorsque la Commission géologique entreprit, par contrat, un inventaire des données en géologie urbaine pour vingt-et-une des principales municipalités canadiennes. Ce projet a permis la mise à jour de l'information par la création de banques de données, la conception de logiciels en géologie et en géotechnique et la production d'une variété de cartes paramétriques destinées à répondre aux besoins des planificateurs et des ingénieurs. Le but de ce programme était de permettre aux municipalités d'acquérir et d'opérer leurs propres systèmes d'information. Rares, s'il en est, sont les municipalités pour qui des inventaires avaient été réalisés qui ont conservé leurs banques de données. Même si la Commission géologique demeure convaincue de l'importance et de la valeur de l'information en géologie urbaine, la décision d'entreprendre des études en géologie urbaine doit venir des organismes gouvernementaux de niveau minicipal ou provincial.

Dans le cadre de sa recherche, le comité consultatif n'a examiné que le travail de la Commission géologique effectué dans la zone littorale par le Centre géoscientifique de l'Atlantique (CGA) plutôt que de considérer tout le domaine de la géologie marine qui relève du CGA. Le comité recommande (1.2) qu'une attention accrue soit accordée à la cartographie du littoral et des régions situées en bordure des côtes et que les cartes produites intègrent les caractéristiques de la morphologie littorale et la géologie des formations en

surface littorales et marines. La Commission géologique est d'accord avec cette recommandation étant donné le besoin d'information liée aux ressources minières et aux réserves d'agrégats, à l'identification des risques typiques des régions littorales et à la mise en valeur de ces régions. Le comité consultatif et la Commission géologique reconnaissent tous deux que la mise en application de cette recommandation exigera une injection importante de nouvelles ressources pour obtenir le personnel et l'équipement spécialisés qu'exige la poursuite d'opérations en eaux peu profondes, dans un milieu particulièrement dynamique. Même s'il est peu probable que les ressources requises par un programme important de cartographie littorale puissent provenir d'une nouvelle répartition des ressources entre les ministères du gouvernement fédéral qui s'occupent de l'environnement littoral, il est important pour la Commission géologique que le comité ait reconnu comme prioritaire un tel programme. Malgré les moyens limités dont elle dispose pour s'occuper des problèmes de la zone littorale, la Commission géologique peut et devra tirer profit au maximum de ses ressources actuelles, y compris des ententes de coopération avec les universités et le secteur privé.

La Commission géologique admet qu'il existe un lien étroit entre la géologie du Quaternaire et la cartographie des sols et qu'il est important de coordonner ces deux activités comme le suggère la recommandation 1.3. Dans le passé et encore aujourd'hui, la coordination de ces activités a été assurée par les scientifiques de la Division de la science des terrains et ceux du Centre de recherches sur les terres d'Agriculture Canada (CRT) au fur et à mesure que les besoins et les possibilités se présentaient de part et d'autre. La Commission géologique continuera de consulter le personnel du CRT et apprécierait que des pédologues ou des spécialistes des sols travaillant ailleurs lui offrent de semblables possibilités de consultation.

Le comité consultatif est arrivé à la conclusion que l'étude de la géochimie des formations en surface (recommandation 1.4) pourrait être le plus important problème qui se posera à la Commission géologique dans le domaine de la géologie quaternaire et de la géologie appliquée au cours des 15 prochaines années. Indépendamment de l'ordre de priorité que des événements à venir pourraient accorder à cette question, nous admettons son importance. Comme le reconnaît le comité consultatif, la Commission géologique dirige en ce moment plusieurs programmes d'études géochimiques des formations en surface et des sédiments lacustres pour répondre aux besoins de l'exploration minière. Ces programmes ont fourni des données qui ont servi à l'évaluation de la réaction des terres aux pluies acides et des liens possibles entre la géochimie des sols et le dépérissement des érables, particulièrement en Estrie, au Québec. La Commission géologique reconnaît l'importance de la géochimie environnementale et possède un noyau d'experts sur qui reposera la mise en oeuvre des recommandations précises du comité sur la géochimie de l'environnement.

Dans les sections 5.5 et 5.6 de son rapport, le comité consultatif fait un commentaire opportun sur l'intérêt que présentent les faits géologiques holocènes pour les interprétations paléoclimatiques d'une part et, d'autre part, sur les processus géologiques contemporains qui présentent des risques, surtout dans les parties habitées du Canada. Ce commentaire a inspiré la recommandation 1.5 qui propose d'accorder une place plus importante à l'étude des milieux holocènes au Canada. L'organisation actuelle de la Division de la science des terrains, où on retrouve les sous-divisions des environnements quaternaires et de la dynamique des terrains, pourrait être considérée comme une mise en oeuvre anticipée de cette recommandation. Le personnel scientifique spécialisé en glaciologie qui travaillait autrefois à l'Étude du plateau continental polaire s'est joint au groupe de paléoécologie de la Division de la science des terrains. Ces scientifiques, de concert avec leurs collègues de la Commission géologique, réagissent aux défis posés et aux avantages représentés par une implication au niveau national et international dans le Programme de changement mondial dont l'élaboration se poursuit actuellement sous l'égide de la Société royale du Canada. Ces réactions se traduisent moins par de nouvelles initiatives que par des prolongements de recherches en paléoécologie, en palynologie et sur les paléoclimats qui font partie du programme scientifique de la Division depuis plus de 20 ans. Par conséquent, la Commission géologique est bien placée pour tirer parti de toute nouvelle ressource qui pourrait lui être offerte pour des études paléoclimatiques et paléoenvironnementales.

La Commission géologique reconnaît que l'instabilité des versants présente des risques pour la vie et la propriété, surtout dans la Cordillère. Par conséquent, l'étude des divers types de mouvements de gravité est en cours et se poursuivra dans la mesure où les ressources le permettront. En ce qui concerne le pergélisol et les problèmes géomorphologiques connexes provoqués par le comportement de la glace dans le sol, l'arrivée à la Division de la science des terrains d'experts en géomorphologie arctique, en géophysique des terrains et en études géothermiques a permis à la Division de consacrer une part importante de son programme scientifique aux problèmes des territoires nordiques. Le rythme du travail s'est accéléré, tant à l'intérieur de la Division de la science des terrains que chez les contractants, grâce aux

ressources accordées au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources pour la mise en valeur des hydrocarbures des régions nordiques et aux programmes coopératifs réalisés avec le ministère des Affaires indiennes et du Nord. La mise au point récente, par une entreprise, d'un radar permettant la détection de phénomènes au sol et la mise au point, par le personnel de la Commission, de techniques géophysiques d'évaluation du pergélisol des fonds marins en eaux peu profondes contribuent de façon importante à améliorer la caractérisation du pergélisol. Par conséquent, la Commission géologique n'est pas seulement d'accord avec le comité consultatif quant à l'importance de la cartographie de la glace dans le sol, des sols sensibles et des risques associés aux terrains (recommandation 1.6), mais elle s'est déjà activement attaquée à ces problèmes.

La Commission géologique est tout à fait consciente des liens inextricables qui existent entre la géologie et l'hydrogéologie, indépendamment de la nature du milieu géologique que la nappe phréatique peut traverser. Nous sommes aussi conscients de l'importance de la nappe phréatique comme resource renouvelable, non seulement dans les Prairies mais partout au Canada où elle constitue la seule source d'eau disponible. L'étude de la nappe phréatique ne relève toutefois pas du mandat actuel de la Commission géologique. Nous contribuons à l'enrichissement des connaissances générales sur la nappe phréatique par des études qui nous renseignent sur la dynamique et les propriétés chimiques des fluides souterrains et sur l'influence de ces fluides sur des phénomènes tels qui l'accumulation d'hydrocarbures, les gîtes miniers ou les processus géomorphologiques. Ces questions intéressent évidemment l'hydrogéologie mais elles ont peu de rapport avec la recommandation 1.7 du comité consultatif qui suggère à la Commission géologique de "redonner une place plus importante à l'évaluation régionale de la nappe phréatique dans son programme de cartographie régionale, surtout dans les provinces des Prairies." Le comité fait allusion à la nécessité, pour faire suite à cette recommandation, de procéder à un transfert de ressources entre les ministères. La Commission géologique ne croit pas à la possibilité, dans un avenir immédiat, de donner suite à cette recommandation en comptant sur d'autres ressources que celles de la Direction, exception faite de certains échanges avec des collègues d'Environnement Canada à propos de questions soulevées par les répondants au questionnaire du comité.

## LES NORMES EN CARTOGRAPHIE ET L'ACCÈS AUX DONNÉES

Le comité consultatif traite longuement, dans la section 6 de son rapport, d'une demande formulée par un grand nombre de nos clients en ce qui concerne l'accès direct, de préférence par microordinateur, aux données de base recueillies sur le terrain ainsi qu'aux observations et commentaires qui sont la matière brute servant à la production d'une carte géologique quaternaire. L'examen de cette demande formulée par des usagers amène à considérer la nécessité d'une normalisation des modes de présentation des données et des recommandations relatives à la "fréquence des levés" en fonction de l'échelle de la carte (tableau 9). En réponse à ces demandes présentées par la clientèle, le comité consultatif recommande (1.8) la formation d'une groupe de travail pour étudier les avantages et les conséquences de l'adoption de nouveaux systèmes d'acquisition et de gestion des données. Le comité recommande en outre (1.9) que la formation d'un groupe de travail soit précédée de la convocation d'un atelier national qui devra discuter des normes devant s'appliquer à la cartographie des formations en surface, aux légendes de cartes et aux modes de présentation des données relatives aux formations en surface. A ces recommandations s'ajoute la recommandation (4.2) concernant l'adoption de normes pour la production de cartes à forfait et l'intégration des cartes produites à forfait ou par les gouvernements provinciaux au programme national de cartographie.

La Commission géologique reconnaît la nécessité d'évaluer et d'adopter de nouveaux systèmes d'acquisition et de gestion des données. Par là, il ne s'agit pas seulement de répondre aux besoins de la clientèle identifiés par le comité consultatif mais de satisfaire aux exigences de la Loi d'accès à l'information qui définit certaines règles à propos de la gestion des données scientifiques non publiées. Par conséquent, nous considérons comme prioritaire la création, à l'intérieur de la Direction, d'un groupe de travail qui étudiera l'importante question de l'acquisition, du traitement, de la gestion et de l'accessibilité des données. Nous attachons aussi de l'importance à l'adoption de normes de cartographie s'appliquant aux produits réalisés par le personnel ou pour le compte de la Commission géologique. Notre façon d'aborder la question des normes en cartographie sera de l'étudier d'abord à l'intérieur de la Direction. Cet examen sera facilité par l'analyse consciencieuse des besoins de la clientèle, des exemples de modes de présentation de données et du sommaire de l'expérience acquise avec les systèmes de cartographie pédologique que le comité consultatif nous a présentée. Nous admettons que l'idée d'un atelier national d'étude des normes en cartographie (recommandation 1.9) est intéressante; nous

n'admettons pas, toutefois, qu'un tel atelier doive se réunir avant l'examen des normes en cartographie et des sujets connexes déjà mentionnées à l'intérieur même de la Direction. Nous attendrons par conséquent que l'examen interne des normes de cartographie soit complété pour examiner la proposition d'un atelier national.

## PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

L'examen de la production en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée était une tâche difficile dont le comité consultatif s'est acquitté avec une minutie remarquable comme en témoignent les sommaires de la production reproduits dans les tableaux 3 à 8 et le commentaire présenté à la section 4 du rapport. Ce commentaire et les recommandations qui en découlent portent spécifiquement sur la production en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée. Ces produits, dont la liste apparaît aux tableaux 3 et 4, exception faite des articles publiés à l'extérieur, s'inscrivent toutefois dans le cadre de séries de publications et de modes de présentation adoptés par la Commission géologique comme moyens de publier les résultats provenant de l'ensemble du programme scientifique de la Direction. Par conséquent, les critiques formulées par les clients intéressés par la géologie du Quaternaire et la géologie appliquée à l'endroit d'une série de rapports ou d'un mode de publication ne sont pas forcément compatibles avec les opinions exprimées à propos des mêmes séries ou modes de publication par d'autres groupes de scientifiques oeuvrant dans le vaste domaine des sciences de la Terre. Le comité consultatif, dans son introduction à ses recommandations sur les publications (section 4.5), reconnaît sans hésiter les conséquences plus générales qu'elles pourraient avoir pour les publications de la Commission géologique.

Le fait de souligner l'importance des publications finales de la Commission géologique (recommandation 3.1) correspond au message que la Commission géologique a reçu de précédents comités consultatifs et il s'accorde avec la position que la Commission géologique s'est toujours efforcée d'adopter. On aura une idée de cette importance en considérant les quelque 5000 pages de rapports officiels publiés par la Commission géologique en 1985-1986. Ce volume de publication a été atteint en recourant aux technologies communément en usage et, au fur et à mesure des progrès enregistrés dans ce secteur, nous pouvons prévoir des modifications qui permettront des publications en temps opportun.

Nous sommes d'accord avec la recommandation 3.2 du comité sur le recours aux dossiers publics pour la diffusion de matériel non conventionnel. Les dossiers publics, cependant, offrent aussi un moyen de diffusion rapide d'information "conventionnelle" à un public relativement limité; avec une telle forme de diffusion de l'information, seules les copies nécessaires sont produites plutôt que le minimum requis de 600 à 700 copies dans le cas des publications officielles où il faut respecter des contrats de publication et des accords d'échanges. En outre, les titres des dossiers publics font partie de la banque de données bibliographiques GEOSCAN et on peut y avoir accès en consultant le dossier des produits de la Direction.

La recommandation 3.3 du comité à l'effet de faire disparaître Recherches en cours va plus loin que les opinions sur cette série de publications exprimées par d'autres membres de la communauté géoscientifique. La Commission géologique a décidé de ne publier qu'un seul numéro de Recherches en cours par année; ce numéro traitera de questions d'intérêt régional. Cette diminution du nombre de numéros de Recherches en cours devrait entraîner une augmentation des offres d'articles du personnel scientifique aux publications de l'extérieur.

Les conférences et les journées d'accueil organisées par la Commission géologique à Ottawa et dans les villes où se trouvent les divisions régionales, c'est-à-dire Dartmouth en Nouvelle-Écosse, Calgary en Alberta et Vancouver en Colombie-Britannique, visaient surtout à rejoindre les spécialistes plutôt que les autres membres de la communauté géoscientifique. Ces activités ont atteint leur but en réussissant à informer l'ensemble de la communauté géoscientifique des programmes scientifiques de la Commission géologique. Par conséquent, nous sommes d'avis que de telles activités devraient se poursuivre. Le jugement défavorable que renferment les recommandations 3.4 et 3.5 du comité consultatif repose sur l'opinion de clients qui s'intéressent plus particulièrement à la production en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée, surtout dans les régions les plus peuplées du Canada. L'adoption de ces recommandations vaut la peine d'être étudiée et elle sera considérée par la Commission géologique dans le cadre de son examen des activités dans les régions urbanisées du Canada.

La recommandation 3.7 relative à un programme d'information sur les projets scientifiques et leurs résultats qui serait destiné au grand public et mettrait l'accent sur la géologie du Quaternaire et ses applications vient compléter les recommandations précédentes visant à augmenter l'interaction entre la Commission géologique et les utilisateurs de ses produits. Au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, la responsabilité de fournir de l'information au grand public incombe à la Direction des communications de ce ministère. Nous consulterons donc la Direction des communications sur les possibilités d'améliorer notre programme de sensibilisation publique dans le domaine de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée de la même manière que nous le

ferions pour d'autres aspects du programme scientifique de la Commission géologique.

## LES RESSOURCES HUMAINES

Le comité consultatif présente quatre recommandations (3.6, 4.1, 4.3 et 4.4) qui se rattachent à son mandat et découlent de son analyse de la présentation des produits, des priorités et des besoins de la clientèle.

La première partie de la recommandation 3.6 – désigner du personnel scientifique pour des engagements à long terme dans l'une ou l'autre des régions habitées du Canada – va dans le même sens que l'actuelle affectation de personnel de la Division de la science des terrains responsable de l'exécution de tâches techniques dans chacune des six grandes régions géologiques quaternaires du Canada. Ces régions comprennent les régions habitées du Canada. Dans les régions du Canada, y compris les régions habitées, où le personnel de la Division de la science des terrains n'est pas responsable de l'exécution de ces tâches techniques, ces scientifiques doivent se tenir au courant du travail de leurs collègues dans d'autres organismes. La nomination de personnel à des postes régionaux de longue durée se pratique donc déjà à la Commission géologique.

La seconde partie de la recommandation – relocaliser le personnel scientifique dans des bureaux situé dans les différentes régions urbaines – exige un examen attentif des conséquences qu'elle entraînera sur la Division de la science des terrains ainsi que des consultations avec nos collègues provinciaux avant de passer à une évaluation des possibilités d'application. Cet examen sera entrepris mais, en l'absence de ressources additionnelles, il est peu probable qu'une telle opération soit possible.

Le comité consultatif a consacré une partie importante de son rapport (section 7) à la définition de concepts en cartographie géologique quaternaire dans le but de répondre aux besoins spécifiques de la clientèle. Cette analyse du style cartographique, de la structure de l'information géologique et de l'équilibre entre les aspects descriptifs et interprétatifs de l'information demandera une analyse fouillée à la Division de la science des terrains. Cette analyse fera partie du mandat du groupe de travail qui sera formé pour étudier les normes en cartographie et les modes de présentation des données.

Dans la section 7.4, le comité émet l'opinion que, "Pour connaître la géologie d'une région, il faut, dans un premier temps, se livrer surtout à un travail de recherche. La production de cartes descriptives, cependant, est surtout un travail technique." Ce point de vue semble justifier la recommandation 4.1 proposant une augmentation du personnel technique par rapport au personnel de recherche.

La Commission géologique n'est pas convaincue que la confection d'une carte géologique appartenant à une série de cartes régionales systématiques, indépendamment de l'échelle, est "avant tout un travail technique." Selon nous, la confection d'une carte géologique est un travail scientifique impliquant une synthèse entre la répartition spatiale des caractères d'un terrain et les connaissances relatives à leur origine. La confection d'une carte géologique ressemble donc beaucoup à la préparation d'un rapport scientifique. L'aide technique peut faciliter certains aspects du travail de confection d'une carte ou d'élaboration d'un rapport mais ne peut remplacer le rôle joué par le personnel scientifique dans l'une ou l'autre de ces activités. Par conséquent nous n'acceptons pas la recommandation 4.1 dans le contexte où elle a été formulée mais nous préférons étudier les rapports entre personnel technique et personnel scientifique à la lumière de notre analyse des normes en cartographie et des questions connexes déjà mentionnées.

Les deux dernières recommandations (4.3, 4.4) reflètent un souhait exprimé par plusieurs groupes d'usagers, celui d'une collaboration accrue avec la Commission géologique. Ce souhait est partagé par la Commission géologique comme en témoigne toute une série d'ententes qui ont été conclues pour encourager l'interaction entre le personnel de la Commission géologique et l'ensemble de la communauté géoscientifique. Ces ententes comprennent l'affectation de membres du personnel de la Commission géologique à d'autres institutions sur la base d'un échange de lieux de travail, l'accueil de chercheurs universitaires en congé sabbatique, la signature de contrats ou d'accords de recherche avec l'industrie et les universités et un grand nombre d'ententes moins officielles entre le personnel de la Commission et leurs collègues des milieux de l'enseignement ou de l'industrie à propos de travaux de recherche effectués en collaboration. Toutes ces ententes ont été conclues en tenant compte des règles s'appliquant aux opérations dans la fonction publique fédérale et des inévitables limites imposées par la disponibilité des ressources.

Le comité a identifié, en géologie du Quaternaire et en géomorphologie, un certain nombre de secteurs présentant un intérêt scientifique où la Commission géologique pourrait bénéficier de compétences de l'extérieur. Compte tenu de la tendance de plus en plus marquée à participer à des projets de portée nationale ou mondiale, non seulement à la Commission géologique mais aussi dans de nombreuses institutions scientifiques, le besoin de collaboration scientifique est de plus en plus pressant. Par conséquent, les suggestions du comité consultatif sur le thème de la collaboration sont à la fois opportunes et pertinentes.

# DEUXIÈME PARTIE
# LA CARTOGRAPHIE DES PAYSAGES RAPPORT

# DU COMITÉ CONSULTATIF DU CONSEIL GÉOSCIENTIFIQUE CANADIEN À LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA SUR LA PRODUCTION EN GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE ET EN GÉOLOGIE APPLIQUÉE

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Le mandat

Voici, tels que définis par le directeur général de la Commission géologique, les objets de cette enquête:

1. identifier, pour divers utilisateurs (géologues, géographes, ingénieurs, planificateurs, autres ministères ou organismes du gouvernement fédéral, et autres), les demandes actuelles et futures (sur une période de 10 ans) de données et d'information géologiques spécifiques qui seront adressées à la Commission géologique du Canada (CGC) dans le domaine de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée en tenant compte:
   (a) des régions géographiques ou des applications (par ex., exploration minière, exploitation des hydrocarbures des régions pionnières, zones urbaines, couloirs de transport, etc.);
   (b) des normes de précision et des modes de présentation des données qui répondent le mieux aux besoins.

   Cette identification devra se faire à partir d'un questionnaire ou d'entrevues avec les utilisateurs.
2. Tenir compte de l'importance relative des demandes de données et d'information des groupes d'utilisateurs.
3. Faire des recommandations à la Commission géologique sur les changements ou les modifications à apporter aux produits de la Direction en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée en vue d'augmenter leur utilité pour la clientèle. Les modifications ou les changements recommandés devront être conciliables avec les mandats de la Direction en ce qui a trait à la géologie du Quaternaire et à la géologie appliquée et avec les ressources dont dispose la Direction pour les études en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée.
4. Identifier les problèmes relatifs à la mobilisation de spécialistes et de données venant de l'extérieur, par le biais de contrats ou de programmes coopératifs, dans le but d'enrichir les bases nationales de données et d'information en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée; proposer des moyens de résoudre ces problèmes avec les ressources actuelles et prévisibles.
5. Soumettre un rapport écrit des résultats de l'enquête au Directeur général de la Commission géologique du Canada le ou avant le 31 mars 1985.

### L'historique de cette enquête

Dans une précédente enquête sur l'ensemble de la production de la Commission géologique du Canada, un comité du Conseil géoscientifique canadien sous la présidence de J. Alan Coope arrivait à la conclusion suivante (février 1982):

(C.30) les ingénieurs et les planificateurs considèrent que les données de base en science des terrains fournies par la Commission géologique du Canada sont essentielles aux études sur l'utilisation des terres. Cependant, le territoire cartographié et la vitesse de production des cartes ne satisfont pas les besoins actuels.

À partir de cette constatation et des autres conclusions de son rapport, le comité d'inspection faisait la recommandation suivante (Coope et autres, 1983):

(R.1) la Commission géologique du Canada devrait continuer de mettre l'accent sur son programme de cartographie et sur les recherches qui y sont associées afin d'enrichir et de faire mieux connaître les bases de données géologiques portant sur le territoire continental canadien. Cette recommandation ne fait que reprendre une des principales recommandations du précédent Comité consultatif (Weir et autres, 1979);

(R.3) la Commission géologique du Canada et la direction du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources devraient travailler davantage à faire connaître au public les activités de la CGC et à assurer la diffusion des résultats importants des études géophysiques concernant les ressources,

les milieux naturels, les risques géologiques et d'autres questions d'intérêt national;

(R.10) la Commission géologique du Canada devrait continuer d'encourager la coopération avec l'extérieur et la mise en place de programmes conjoints avec les organismes provinciaux de levés, les universités et le monde de l'industrie de manière à tirer le meilleur profit possible des fonds disponibles et des compétences géoscientifiques qui existent au Canada;

(R.13) par l'intermédiaire du Comité national de levés géologiques, la Commission géologique devrait faire le point sur les avantages à tirer d'une collaboration avec d'autres associations reconnues représentant les industries minières et des groupes de spécialistes en géotechnique.

Ces conclusions et ces recommandations apparaissaient dans une évaluation du programme d'activités et des opérations scientifiques de la Commission géologique effectuée par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (décembre 1982) qui recommandait que ".... la direction de la CGC examine cette conclusion (C.30) et évalue la possibilité d'élargir son programme d'études des terrains." Le comité évaluateur faisait en outre les recommandations suivantes:

> la CGC devrait examiner les besoins d'information en science des terrains prévus par les ingénieurs et les planificateurs pour les dix prochaines années et vérifier si les ressources de la Division pourront y répondre;
>
> la direction de la CGC devrait établir des priorités en vue de compléter la cartographie géoscientifique du pays à l'échelle de 1/250 000.

Le mandat de l'actuel Comité consultatif tient compte des besoins d'information ci-haut mentionnés.

### 1.2 Les activités du comité

Le comité a tenu une première rencontre le 1er avril 1984 avec les membres concernés de la haute direction de la Commission géologique du Canada afin de s'assurer qu'aucun malentendu ne subsistait quant à son mandat. Le comité a ensuite décidé de se conformer aux instructions reçues en menant une enquête à l'aide d'un double questionnaire.

Dans la première version du questionnaire, nous avons demandé à des organismes poursuivant des activités en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée (surtout des organismes gouvernementaux) de nous faire parvenir une liste de personnes de leur région que nous pourrions interroger sur les activités et les produits de la CGC (annexe 1). Le comité a retenu les noms d'environ 125 utilisateurs d'informations géologiques à qui il a fait parvenir la deuxième version du questionnaire. Nous avons cherché à respecter un certain équilibre entre les régions et entre les organismes et à obtenir le point de vue de représentants de professions diverses qui n'étaient pas tous des utilisateurs traditionnels d'information en sciences de la Terre. Sur les 123 questionnaires qui ont rejoint leur destinataire, 90 nous sont revenus dûment complétés. Quatre des personnes solicitées ont spontanément justifié leur impossibilité de répondre au questionnaire. C'est l'Ouest du Canada qui a montré le plus d'intérêt; 29 des personnes qui n'ont pas répondu à notre appel provenaient de régions situées à l'est du Manitoba et les provinces Maritimes ont obtenu le taux de réponse le plus bas, soit 50 %.

Le questionnaire de l'utilisateur apparaît à l'annexe 2. Nous avons à dessein écarté l'étape de l'échantillon 'statistique'. Nous avions déjà remarqué que ce type d'exercise, chez les professionnels des sciences de la Terre, se soldait par un taux de réponse très bas et nous mettions en doute la possibilité d'obtenir de cette manière des résultats significatifs. Nous avons communiqué personnellement avec les gens pour les inciter à nous répondre puis, à nouveau, après avoir reçu leurs réponses. Ainsi, nous avons pu poser aux utilisateurs des questions plus complexes et obtenir d'eux des réponses plus nuancées. L'interprétation des résultats a, par conséquent, un caractère plus subjectif. La vision d'ensemble du comité a inspiré le plan de présentation des résultats.

Nous considérons que le taux de réponse est élevé (73 %) et que nous avons assez de données pour arriver à des conclusions valables. Les réponses provenaient d'ingénieurs forestiers, de spécialistes des sols, d'archéologues, de biologistes des pêches, et aussi d'ingénieurs civils, d'ingénieurs géotechniciens et de géoscientifiques. Nous avons eu moins de succès auprès des responsables de l'aménagement régional, résultat qui reflète sans doute leur peu d'intérêt pour les informations touchant les sciences de la Terre.

La première version du questionnaire a été distribuée pendant les mois de mai à juillet 1984 et la deuxième version, de septembre à novembre. En décembre 1984, le Comité a tenu une nouvelle réunion à Ottawa pour collationner les résultats de l'enquête et interroger les spécialistes de la CGC qui, à plus d'un égard, étaient les mieux placés pour répondre à nos questions sur les besoins d'information en sciences de la Terre mis en évidence par l'enquête. Les membres du comité ont également visité les principaux bureaux de la Commission pour interroger les spécialistes et ils ont rencontré des

hauts fonctionnaires de certaines autres divisions situées à Ottawa. La cueillette de données s'est terminée en mars 1985.

La phase suivante de gestation de ce rapport a été longue et, de ce fait, certains des éléments d'information présentés dans le rapport peuvent avoir perdu leur actualité. Ce délai nous a toutefois permis de mettre au point un ensemble de concepts clairs qui définissent l'information géologique; nos recommandations pratiques se fondent en grande partie sur ces concepts.

### 1.3 Le plan du rapport

Ce rapport comprend neuf sections. Après cette introduction, une brève présentation de l'historique et de la situation actuelle des études sur le Quaternaire à la Commission géologiques nous donnera le contexte dans lequel se situe cette enquête. La question est encore est encore mal connue au pays.

La section 3 nous renseigne sur la variété des utilisateurs de données en géologie du Quaternaire. Elle s'étend bien au-delà des catégories traditionnelles d'utilisateurs comprenant les ingénieurs, les spécialistes de la géologie économique ainsi que les professeurs et les étudiants de niveau supérieur (surtout universitaire). Les disciplines qui traitent de l'aménagement du territoire recourent de plus en plus à ce type d'information malgré qu'à bien des égards leurs besoins réels soient encore mal identifiés. D'autre part, les besoins d'information des utilisateurs traditionnels ayant une formation en géologie sont de plus en plus complexes à mesure que s'impose la gestion informatique des données.

Afin de réunir les données nécessaires pour remplir les volets (1) et (3) de notre mandat – identifier les besoins actuels et futurs des utilisateurs et recommander les modifications à apporter à la production de la Division pour satisfaire ces besoins – il a failu passer en revue la production récente et l'utilisation qui en avait été faite. La section 4 passe en revue la production des 12 dernières années en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée et elle donne une idée de la valeur de ces produits pour les utilisateurs. Cette évaluation se fonde sur les réponses au questionnaire. Les rapports définitifs traditionnellement présentés par la Commission font encore autorité, mais il est généralement admis que le mode de présentation est en train de changer.

Pour prévoir les besoins d'information et établir des priorités (volets (1) et (2) de notre mandat), il faudrait, dans une certaine mesure, connaître à l'avance les principaux problèmes environnementaux qui exigeront de faire appel à des informations en géologie ainsi que les régions du pays qui connaîtront un développement assez important au cours des prochaines années. Nous avons abordé ces sujets dans le questionnaire adressé aux utilisateurs et lors de rencontres avec des géologues de la CGC ou d'autres géologues; les données recueillies apparaissent dans la section 5. Nous avons été surpris de découvrir que les opinions exprimées dépendaient, dans une grande mesure, des activités actuelles des utilisateurs; rien d'étonnant à ce qu'elles varient aussi selon les régions. Le comité s'en est finalement remis à son propre jugement pour classer et développer les suggestions fort variées qu'il a reçues.

La section 6 porte sur les modes appropriés de présentation des données. Pour ce faire, elle résume les conclusions tirées d'un examen de la diversité de la clientèle (section 3) et de la nature des problèmes à résoudre (section 5). Il semble que les utilisateurs traditionnels de données géologiques veulent des informations détaillées sur les observations faites sur le terrain qui, jusqu'à présent, n'étaient pas officiellement fournies par les organismes de levés; quant aux utilisateurs non traditionnels – et n'ayant pas de formation spécialisée en géologie – ils auraient besoin de synthèses et d'interprétations des informations géologiques qui ne sont pas habituellement offertes.

Ces attentes divergentes à l'égard des géologues nous font réaliser que des modifications s'imposent dans la gestion de l'information en géologie. La technologie utilisée pour obtenir et gérer l'information invite de toutes manières à un changement d'approche. Pour s'assurer que ces changements répondront adéquatement aux besoins d'information et d'interprétation des données en géologie identifiés dans les sections 3 à 6, il est important d'avoir une idée claire du champ de la géologie. La section 7 donne un aperçu de la "structure du savoir géologique". C'est sur cet aperçu que se fondent nos principales recommandations sur les produits de la Direction en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée. Cette section a pour fonction de lancer le débat: nous tenons à vous avertir que cette question aura encore besoin d'être approfondie. Elle aura éventuellement des répercussions importantes sur l'organisation et les opérations de toute la Commission.

La section 8 porte sur le quatrième volet du mandat: comment assurer une meilleure coordination du travail des nombreux spécialistes répartis à travers tout le pays en dehors de la Commission géologique de manière que l'ensemble des géologues oeuvrant dans les domaines du Quaternaire et de la géologie appliquée travaille dans le meilleur intérêt de tout le pays.

La section 9 résume les conclusions et les recommandations de cette étude.

## 2. PRÉSENTATION DES ÉTUDES SUR LE QUATERNAIRE

### 2.1 La portée pratique des études sur le Quaternaire

Dans la mesure où elles ont pour objet de représenter la géologie à la surface du globe, la plupart des cartes géologiques sont une supercherie. La carte présente habituellement la répartition des formations rocheuses alors que, sur environ 70 % de la surface terrestre, la roche en place est couverte de dépôts meubles – des sols dans le sens le plus large du terme (Goldbert et autres, 1965). Au Canada, tous les sols sont d'âge quaternaire et la plupart sont d'origine glaciaire. Environ 75 % de ces sols sont des tills (Legget, 1982) – c'est-à-dire des dépôts glaciaires non remaniés. A travers la majeure partie du Canada, l'épaisseur des dépôts quaternaires varie de un à quelques mètres; elle atteint même plusieurs centaines de mètres à l'emplacement des vallées. Considérés à l'échelle des temps géologiques, ces dépôts sont insignifiants mais, pour l'homme, ces matériaux sont aussi importants que l'ensemble des autres éléments du profil stratigraphique.

Les "sols", au sens pédologique du terme, se sont développés sur les dépôts quaternaires; ils représentent la principale ressource des zones agricoles ou forestières. La plupart des travaux d'ingénierie reposent sur ces dépôts et tous doivent venir à bout des problèmes qu'ils posent. Ils renferment les réserves de minéraux industriels qui forment le secteur le plus important en volume (et probablement le plus sûr) de l'industrie minière. Presque toutes les réserves d'eau utilisable traversent ces matériaux et, dans certaines parties du pays, elles forment la nappe phréatique. L'importance de ces matériaux tient peut-être surtout au fait qu'ils appartiennent à l'environnement quotidien des gens et de tous les organismes terrestres dont les caractères chimiques modifiables représentent – de façon de plus en plus évidente – le plus grave de tous les problèmes de gestion de l'environnement.

Les dépôts quaternaires sont une source unique et précieuse d'information sur les derniers événements de l'histoire géologique et sur les manifestations récentes à la surface du globe des processus géophysiques. Grâce aux progrès techniques, cette information sert à interpréter les changements climatiques et environnementaux et les dangers qui menacent les activités de l'homme. Le nombre de mouvements de gravité, d'inondations, de tremblements de terre et de changements environnementaux importants qui ont laissé des traces dans les dépôts quaternaires est beaucoup plus élevé que le nombre de ces phénomènes que l'homme ou ses instruments ont pu enregistrer.

Il vaudrait la peine de s'attarder dans ce rapport à la nature des liens qui existent entre la géologie du Quaternaire et les travaux d'ingénierie. Robert F. Legget – directeur fondateur de la Division des recherches sur le bâtiment du Conseil national de recherche du Canada et sans doute le spécialiste du rôle de la géologie dans les travaux d'ingénierie le plus connu dans le monde entier – soulignait les points suivants (Legget, 1979):

- avant d'entreprendre les investigations sur le terrain, il conviendrait de bien comprendre la géologie régionale (dépôts quaternaires et roche en place) de manière à pouvoir prévoir tout ce qui pourrait se produire sur ce terrain;
- les travaux de sondage destinés à recueillir des informations sur l'emplacement ne seront rentables que s'ils sont planifiés et réalisés à la lumière des données de géologie locale et régionale; et
- il faudrait vérifier si les conclusions sur les conditions de terrain concordent avec la géologie locale et régionale avant de les utiliser en toute confiance pour dresser les plans des travaux d'ingénierie.

Legget a aussi souligné l'étonnante variabilité des dépôts glaciaires et les problèmes particuliers qu'ils posent. A propos du till, il remarque (1979, p. 358): "les caractéristiques variables du till... ont probablement causé plus d'embarras que tout autre facteur, éventuellement plus que tous les autres problèmes liés au sol réunis, au moins dans l'hémisphère nord." Il signale (1979, 1982) que plusieurs gros entrepreneurs ont été ruinés à l'époque des travaux dans le canal Welland et la voie maritime du Saint-Laurent parce qu'ils n'avaient pas tenu compte des propriétés des tills (en géologie, elles étaient bien connues).

Il est probable que, lorsque nous aurons une meilleure connaissance de leur comportement, nous considérerons de la même manière les terrains tourbeux et les sols riches en glace. Le territoire canadien est en grande partie un palimpseste où sont représentées ces trois classes de matériaux.

L'histoire du génie civil est parsemée de mésaventures semblables à celles qui ont marqué les travaux dans le canal de la voie maritime. Pour éviter qu'elles ne se répètent, il faut tout d'abord continuer d'approfondir et d'appliquer concrètement nos connaissances en géologie régionale.

Dans certaines parties du Canada, un problème encore plus grave a fait son apparition et met en rapport la géologie et le génie. La hausse de la valeur des terrains associée à une occupation plus intensive entraîne la construction d'édifices – y compris de bâtiments d'habitation – et l'édification de structures sur des emplacements soumis à des processus géologiques actuels tels que glissements de

terrain, coulées boueuses, inondations inhabituelles et, dans certains cas, activité glaciaire (cf. Eisbacher et Clague, 1984). Il faut comprendre et prévoir ces phénomènes pour procéder à un aménagement rationnel du territoire et se livrer en toute confiance à des travaux d'ingénierie.

La connaissance des liens essentiels entre la "roche mère" et la fertilité, le drainage et la tendance à l'érosion des sols pédologiques s'est développée régulièrement depuis le début du siècle (cf. Chesworth, 1982). Au Canada, où il y a des dizaines de millions d'hectares de sols agricoles et forestiers à aménager, c'est en tenant compte de ces liens qu'on a de plus en plus tendance à passer de la cartographie et de l'évaluation des sols à une cartographie régionale représentant d'abord les matériaux géologiques apparents et les caractères morphologiques. La gestion des sols canadiens commence donc aussi par la connaissance de l'histoire du Quaternaire et des matériaux qu'il nous a laissés.

Dans cet examen rétrospectif, nous avons traité d'un facteur vital de la santé économique du Canada.

### 2.2 Les études sur le Quaternaire et la Commission géologique

En 1840, l'idée qu'une époque glaciaire avait autrefois marqué la surface de la terre était peu répandue et pas du tout admise. En 1841, l'homme de science suisse Louis Agassiz publia un ouvrage qui entraîna un changement de cap de la pensée scientifique. La Commission géologique du Canada fut créée en 1842, au moment où commençait de se développer la géologie glaciaire moderne.

Même si la théorie n'existait pas encore, les sols étaient bien réels. Pendant son premier siècle d'existence, la Commission ne cessa de progresser en terrain inconnu; elle devait s'occuper de relevés topographiques ou d'inventaires des ressources tout autant que de questions géologiques. Le mandat confié à sir William Logan en 1842 était d'effectuer une étude géologique rigoureuse et complète de la province du Canada et de donner une description scientifique et complète de ses roches, de ses sols et de ses minéraux. Les Rapports annuels et les Rapports d'étape font souvent mention des sols et révèlent une connaissance de leur histoire glaciaire en progrès constant. Selon Legget (1982), environ 10 pour cent des premières cartes tenaient compte des formations superficielles. Dès 1845, Logan enregistrait la présence, dans le centre du Canada, de matériaux d'origine glaciaire évidente. Des années 1870 aux années 1890, G.M. Dawson élabora l'hypothèse d'une glaciation de la Cordillère dans les montagnes de l'Ouest et, au cours des années 1890, J.B. Tyrrell apporta une contribution majeure au dossier de la glaciation continentale après ses voyages épiques à travers les déserts polaires du Keewatin. W.A. Johnston, dans ses études sur le développement du delta actuel du fleuve Fraser (1905-1920, études inspirées par l'hypothèse de la présence de pétrole), apporta très tôt une contribution intéressante aux études sur la période holocène et sur les processus géologiques. Dans l'ensemble, toutefois, les principaux objectifs de la Commission, pendant ces cent années d'existence, furent la réalisation de cartes géologiques et l'amélioration de la connaissance de la géologie du Canada afin de venir en aide aux industries minières en pleine croissance; les ressources pédologiques furent négligées et la géologie des formations en surface souleva peu d'intérêt.

Depuis la disparition de l'ancien ministère de l'intérieur au début des années 1930, une section ou une division de la Commission géologique a hérité de diverses tâches en rapport avec la géologie du Pléistocène, la géologie appliquée ou l'étude des nappes phréatiques. La mise en valeur des nappes phréatiques dans les Prairies constituait le principal centre d'intérêt. Ce n'est qu'après la deuxième guerre mondiale que les études sur le Quaternaire ont commencé à prendre de l'ampleur avec la création d'une division de géologie appliquée et de géologie du Pléistocène par le directeur W.A. Bell. Ce groupe avait, pour la première fois, la possibilité de créer un programme continu de cartographie de la "géologie du Pléistocène" dans le sud du Canada et il entreprit des recherches importantes dans l'Arctique en collaboration avec les responsables de la cartographie du socle. Cependant, plusieurs réaffectations touchèrent le groupe au cours des années suivantes et ce n'est que depuis l'importante réorganisation des sciences de l'environnement survenue au gouvernement fédéral de 1966 à 1968 qu'est apparue une structure administrative stable pour les études sur le Quaternaire. A cette époque, la responsabilité des études sur les nappes phréatiques passa au nouveau ministère de l'Environnement et un certain nombre de géomorphologues et de projets s'ajoutèrent après le démembrement de la Direction de la géographie. Le fait que ces spécialistes avaient un intérêt très marqué pour l'Arctique explique peut-être que la Division de la science des terrains nouvellement formée allait jouer un rôle important dans l'intérêt accru qui se manifesta au cours des dix années suivantes à l'égard du développement des ressources nordiques et des études d'évaluation environnementale.

Depuis sa création, la Division de la science des terrains a eu à s'occuper à la fois de son programme de cartographie et d'étude des dépôts quaternaires – sa contribution à la tâche première de la Commission géologique – et de toute une série de tâches spéciales comprenant surtout des travaux d'évaluation

environnementale et de cartographie des ressources en milieu nordique. Mentionnons entre autres des travaux de cartographie pour une série de projets de pipelines arctiques et de couloirs de transport dans le grand nord, des études sur la mise en valeur de ressources dans les régions pionnières et des ententes fédérales-provinciales sur le développement minier. Chacune de ces tâches exigeait, à des degrés divers, une adaptation des méthodes de cartographie et de compte rendu. En 1986, 80 pour cent du budget d'opération de la Division de la science des terrains étaient consacrés à des programmes spéciaux et provenaient de sources extérieures à la Commission géologique. L'expérience acquise et les résultats obtenus à partir du programme de base et des projets spéciaux profitaient aux deux volets et avaient un effet positif sur le rendement global de la division. Toutefois, certains des problèmes qui se posent à la Commission en ce qui concerne la poursuite des études sur le Quaternaire et la présentation des résultats découlent du chevauchement des programmes spéciaux et des activités régulières de la Division de la science des terrains.

Trois éléments de cette évolution nous intéressent particulièrement. La cartographie du Quaternaire, si on la compare à d'autres secteurs d'études géologiques, se caractérise par un programme et des traditions de travail assez récents. L'emprunt de méthodes de cartographie et de présentation des données aux activités géologiques classiques ne signifiait pas forcément qu'une longue expérience avait établi que ces méthodes étaient les meilleures pour ces travaux. En deuxième lieu, comme l'histoire des études sur le Quaternaire est assez courte, la phase initiale de cartographie de reconnaissance à travers tout le pays est loin d'être terminée. Troisièmement, le chevauchement d'une portion importante des études en milieu nordique et des activités géologiques plus traditionnelles de l'ancienne Division du Pléistocène et de géologie appliquée a fait apparaître à l'intérieur de la division des méthodes de travail qui différaient beaucoup d'un projet à l'autre. Ces éléments illustrent les problèmes rencontrés par cette discipline. Nous y reviendrons dans la section 7.

### 2.3 Remarques en marge d'une définition

Selon l'American Geological Institute (1962), la géologie appliquée se définit comme l'application des connaissances géologiques aux travaux d'ingénieur en vue d'assurer que les facteurs géologiques pouvant avoir une influence sur le choix de l'emplacement, les plans, la construction, la mise en service et l'entretien des ouvrages d'ingénierie sont connus et qu'on en a tenu compte adéquatement. La plupart des manuels dans ce domaine citent un résumé de cette définition: par exemple, "l'application de la géologie aux travaux d'ingénierie" (Bell, 1983, préface). Ce sont les définitions adoptées pour ce rapport.

Les publications de la Commission géologique, étant donné leur approche régionale et méthodique, n'appartiennent pas à la 'géologie appliquée' dans le sens étroit d'une application de la géologie à des problèmes d'ingénierie spécifiques à certains sites. La Commission, cependant, apporte une contribution directe à la géotechnique par le biais d'études générales sur le comportement physique des matériaux terrestres (par ex., Kurfurst, 1977; Kurfurst et Veillette, 1977) et elle offre son concours aux études d'ingénierie sur des projets importants d'intérêt national en dressant des cartes des terrains et des cartes géologiques régionales, des cartes dérivées portant sur le comportement des terrains et des interprétations de l'histoire régionale (par ex., Rutter et autres, 1973; Hughes et autres, 1973; Monroe, 1974). La production d'évaluations régionales des risques géologiques (par ex., Eisbacher et Clague, 1984) représente une autre forme de contribution aux travaux d'ingénierie. L'information sur les conditions géologiques régionales utilisée dans les recherches en ingénierie demeure une contribution essentielle aux travaux d'ingénierie. Toutefois, on peut en dire autant de l'ensemble des études sur le Quaternaire puisqu'elles nous renseignent sur l'histoire régionale et locale qui servira de cadre d'interprétation aux données résultant des investigations techniques des terrains (cf. Leggett, 1979, cité dans la section 2.1). Dans ce rapport, nous ne faisons donc pas de distinction entre les apports à la "géologie appliquée" et le domaine plus vaste des études sur le Quaternaire. Les deux sont équivalents à l'échelle régionale où travaille la Commission géologique.

## 3. LA CLIENTÈLE

### 3.1 Professions

La géologie est une activité très spécialisée. Les géologues qui font des levés à l'échelle régionale considèrent habituellement que leurs cartes et leurs rapports seront lus surtout par d'autres géologues engagés dans des travaux appliqués tels que l'exploitation minière, ou par des ingénieurs en géologie ou en géotechnique. Cependant, un large éventail d'autres professionnels de la "gestion de l'environnement" s'intéresse de plus en plus aux données de géologie appliquée au fur et à mesure que leurs fonctions deviennent plus complexes.

Le tableau 3.1 donne la répartition des répondants au questionnaire de l'utilisateur selon la région du pays à laquelle ils appartiennent, leur profession et leur secteur d'activité (c.-à-d., entreprise privée, secteur public ou enseignement). Parmi les répondants, 65% détenaient au moins un diplôme en géologie ou en géologie appliquée, et

**Tableau 3.1.** Répartition des répondants au questionnaire selon la provenance régionale, la profession et le secteur d'activité

| Profession | Region | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C.-B./Yukon | | | Prairie/T.N.-O. | | | Ontario | | | Québec | | | Maritimes | | | Niveau national | | |
| | Pr | Pub | Ens[1] | Pr | Pub | Ens | Pr | Pub | Ens | Pr | Pub | Ens | Pr | Pub | Ens | Pr | Pub | Ens |
| géologue/ géomorphologue/ géophysicien | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 6 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 17 | 10 | 11 |
| ingénieur en géologie ou en géotechnique | 2 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 13 | 5 | 2 |
| foresterie/ pédologie/ pêches/ gestion des ressources | 2 | 7 | 0 | 1 | 5 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 16 | 1 |
| archéologue | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 3 |
| autres2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Totaux | 9 | 9 | 3 | 9 | 11 | 3 | 9 | 6 | 4 | 7 | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 | 38 | 35 | 17 |

[1] Privé, public, enseignement
[2] 2 ingénieurs civils, 2 entrepreneurs en forage

seulement 10% n'avaient reçu aucune formation post-secondaire en géologie ou n'avaient suivi aucun cours dans cette discipline. Tous les répondants de ce dernier groupe provenaient de l'ouest du Canada. Seulement 5% considéraient que leur aptitude à comprendre les rapports géologiques était moins que "suffisante".

La dichotomie entre les professions se rattachant à la géologie et celles qui se rattachent à la gestion de l'environnement se reflète dans les milieux de travail des utilisateurs de données: 31% des répondants mentionnent qu'il n'y a pas de géologue dans leur entreprise et 43%, qu'il y en 5 ou plus. La fréquence des rapports entre le répondant et un géologue variait de plus d'une fois par semaine (64%) à moins d'une fois par mois (13%).

Selon notre enquête, voici les différents milieux de travail de ceux qui utilisent à des fins pratiques l'information en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée:

- géologues à l'emploi d'organismes provinciaux, de compagnies d'exploration minière et ingénieurs-conseils (surtout en évaluation et planification environnementales), incluant la géologie marine et l'enseignement;
- ingénieurs en géotechnique et en géologie à l'emploi d'organismes publics et experts-conseils;
- ingénieurs forestiers d'organismes provinciaux s'occupant de la classification de sites forestiers;
- pédologues (agriculture) d'organismes fédéraux et provinciaux et experts-conseils s'occupant de relevés pédologiques et d'évaluation des possibilités des terres;
- spécialistes des pêches d'organismes fédéraux s'intéressant au substrat rocheux et aux phénomènes d'érosion dans le voisinage des cours d'eau (cause d'alluvionnement) ainsi qu'aux sédiments marins;
- archéologues faisant de l'enseignement ou experts-conseils (surtout pour des levés de récupération) s'intéressant aux conditions stratigraphiques et environnementales des sites;
- planificateurs à l'emploi d'organismes provinciaux et régionaux et experts-conseils s'intéressant à la gestion des ressources et des terres;
- professeurs d'université.

Dans l'ensemble, les responsables de l'aménagement régional (contrairement aux responsables de la gestion des ressources), n'ont montré que peu d'intérêt pour notre recherche. Nous supposons que ce groupe ne voit pas l'utilité des données géologiques ou n'a pas trouvé de façon commode de les utiliser. Mais le caractère limité de notre enquête devrait nous inspirer une certaine prudence: en effet, un tel jugement entre en contradiction avec la conclusion 30 du rapport de Coope et autres (1983). Tous les autres groupes reconnaissaient la valeur potentielle ou réelle des données de géologie du Quaternaire et de géologie appliquée et admettaient presque à l'unanimité le rôle de première importance joué par la Commission géologique pour réunir ces données.

L'intérêt pour les données géologiques dont témoignent les professions liées à la gestion de l'environnement et des ressources non géologiques a beaucoup augmenté au cours des vingt ou trente

**Tableau 3.2.** Opinions des utilisateurs sur la couverture cartographique Quaternaire, selon la provenance régionale

| Région | Cartographie régionale (échelle ≤ 100 000) | | | Cartographie détaillée (échelle ≥ 50 000) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bonne | Satisfaisante | Inadéquate | Bonne | Satisfaisante | Inadéquate |
| | (nombre de réponses) | | | | | |
| Colombie-Britannique/Yukon | 4 | 11 | 13 | 1 | 2 | 22 |
| Prairies | 9 | 6 | 10 | 3 | 4 | 15 |
| Ontario/Québec | 8 | 13 | 12 | 7 | 14 | 16 |
| Maritimes/ Terre-Neuve | 5 | 5 | 5 | 2 | 3 | 9 |
| Territoires du Nord-Ouest | 0 | 7 | 3 | 0 | 1 | 8 |
| Totaux | 26 | 42 | 43 | 13 | 24 | 70 |

Remarque: Le nombre de réponses apparaissant au tableau ne correspond pas au nombre de répondants; certains n'ont formulé aucune opinion, d'autres ont émis une opinion sur plus d'une région.

dernières années, depuis que la planification de l'utilisation des terres et de la mise en valeur des ressources naturelles a fini par être considérée comme une responsabilité publique. Ces professions continueront d'accorder aux données géologiques une importance de plus en plus grande mais les cartes et rapports géologiques traditionnels ne seront pas forcément les formes de présentation qui leur conviendront le mieux. Les responsables de la gestion du territoire (ingénieurs forestiers, pédologues, agronomes, planificateurs) s'intéressent à la géologie du Quaternaire parce que la gestion des terres à l'échelle régionale exige, entre autres, un inventaire de base des ressources; cet inventaire est habituellement réalisé à partir de l'interprétation de photographies aériennes ou d'autres documents obtenus par enregistrement à distance. Dans la plupart des documents utilisés, l'observation porte sur la morphologie des terrains et sur les formations en surface, la valeur des ressources étant établie par déduction. Les gestionnaires de ressources ont besoin de données qui garantissent la fiabilité et la cohérence de leurs déductions.

L'histoire de la Division de la science des terrains de la Commission géologique du Canada a coïncidé dans une grande mesure avec cette évolution. En effet, le nom de la division, qui s'écarte des traditions en usage à la Commission, reflète assez bien l'élargissement du champ des études sur le Quaternaire et de leurs applications. Les utilisateurs non traditionnels, par le biais des programmes spéciaux, ont toujours exercé une influence sur la nature des produits de la division. Nous en reparlerons dans la section 7.

### 3.2 Applications et types d'information

Les répondants à notre questionnaire se servent de données géologiques dans une grande variété de situations que nous résumons ici (à partir des réponses aux questions 1(a) et 1(b), annexe 2):

(i) exploration minière: évaluation des agrégats et des minéraux industriels, recherche de placers et d'or filonien, prospection souterraine, investigations portant sur la nappe phréatique, mise au point de techniques d'exploration;

(ii) recherches d'ingénierie liées aux constructions techniques et aux routes: routes à grande circulation, ponts, tunnels, lignes de transmission, pipelines, barrages et centrales électriques, installations pour l'entreposage de déchets nucléaires, plan d'aménagement portuaire, investigations sur les sites de construction; certains de ces travaux devant tenir compte de la présence de pergélisol;

(iii) autres recherches d'ingénierie (comprenant les recherches sur les risques): dragage, contrôle de l'érosion littorale, glissements de terrain sous-marins, déversement de pétrole, propriétés géotechniques du fond marin, stabilité des pentes (y compris la présence d'argiles sensibles). Glissements de terrain, coulées de solifluction, contamination des nappes phréatiques, études du rayonnement ionisant naturel;

(iv) gestion de l'environnement et mise en valeur des ressources naturelles: cartographie des terrains à l'échelle régionale, cartographie et inventaire des zones côtières, classification des sites forestiers, cartographie des sols, études de salinité des sols, géochimie des sédiments, repérage des frayères;

(v) reconstitution paléoenvironnementale: géomorphologie, stratigraphie quaternaire, histoire quaternaire, archéologie;

(vi) études sur l'aménagement et la réglementation: possibilités d'application en milieu urbain, parcs, évaluation d'impact sur l'environnement de projets présentés;

(vii) enseignement et recherche: niveau collégial et universitaire.

Cette liste est étonnamment variée. Exception faite de la question assez spécialisée de la reconstitution climatique sur une longue période, elle comprend à peu près tous les domaines d'application actuels des données géologiques quaternaires. Ceci nous donne lieu de croire que notre enquête a rejoint une gamme représentative d'utilisateurs de données en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée et que les réponses reçues constituent une bonne base d'analyse des opinions et des conseils des utilisateurs.

Parmi les types de données et d'information utilisés par nos répondants (question 1(c), annexe 2), mentionnons:

*- les formations en surface
*- les diagrammes stratigraphiques
*- la profondeur de la roche en place
*- l'arrangement structural des dépôts sédimentaires (plus particulièrement les traces de glissement ou de faille), l'âge et la répartition des tills
*- les sédiments côtiers
*- la morphologie
- la topographie
- les processus géomorphologiques
- les indicateurs de stabilité des pentes
- la vitesse d'altération des roches par les agents atmosphériques
- la géochimie des sols
- l'hydrogéologie: les niveaux de la nappe phréatique
- la géologie de la roche en place
- la séismicité
- information en hydrographie
*- l'histoire du Quaternaire

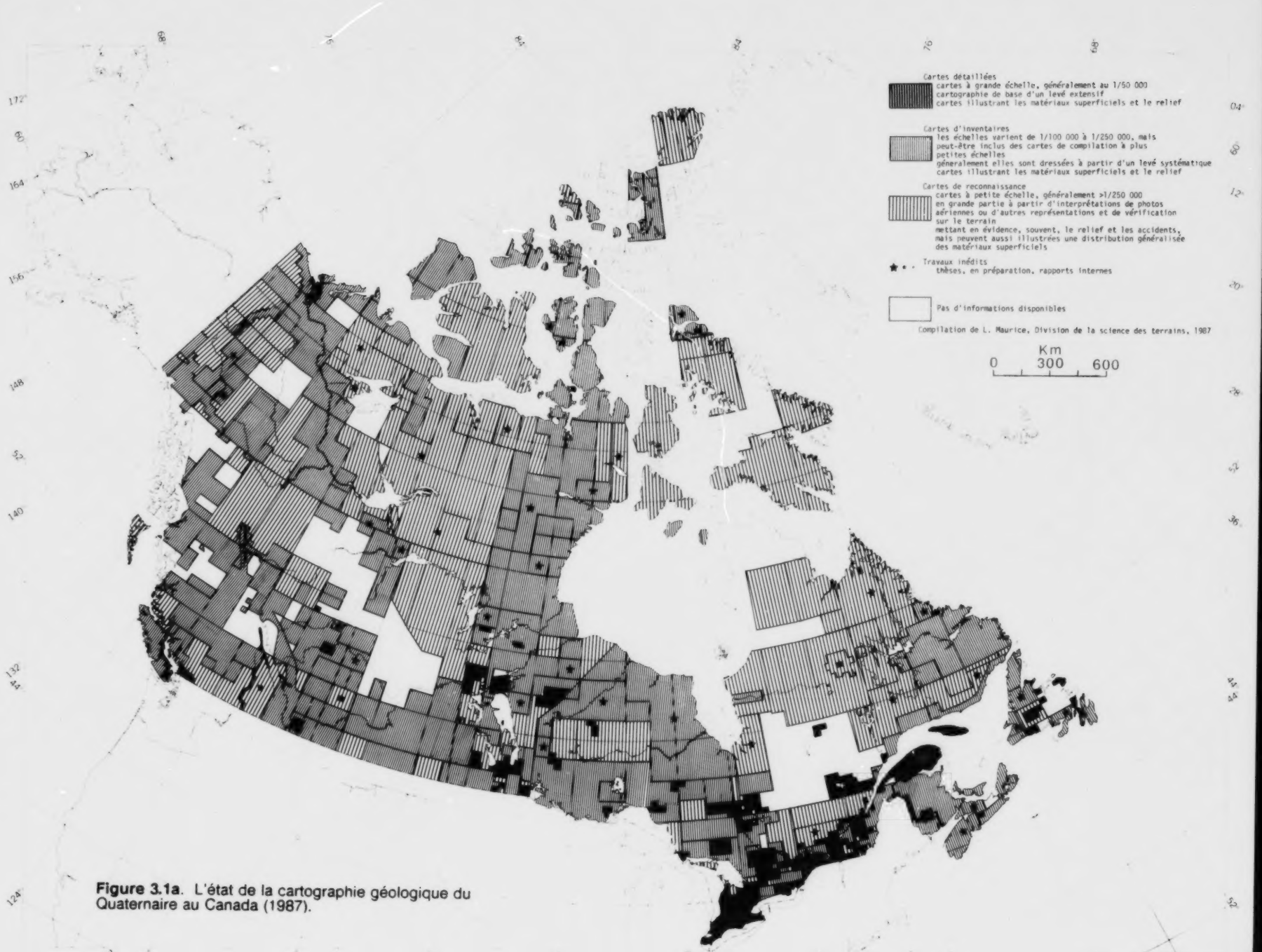



**Figure 3.1a**. L'état de la cartographie géologique du Quaternaire au Canada (1987).

**Figure 3.1b**. Année de publication des cartes du Quaternaire.

Toutes ces informations n'appartiennent pas au domaine conventionnel de la géologie. Les questions marquées d'un astérisque (*) sont habituellement traitées dans une bonne étude de géologie du Quaternaire. La plupart des types de données recueillies par la Commission au cours de ses activités en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée sont mentionnés dans la liste. La Division de la science des terrains étudie, à l'échelle régionale, les processus géomorphologique et la stabilité des pentes. Dans le cadre de programmes spéciaux de développement minier impliquant une collaboration fédérale-provinciale, la Division de la science des terrains et celle de la géophysique et de la géochimie des ressources ont défini les caractères géochimiques des sols (roche-mère) dans plusieurs régions du pays. La géologie du socle et la séismicité sont évidemment l'objet de rapports par d'autres divisions de la Commission géologique: d'autres services du gouvernement fédéral sont responsables de la topographie (c.-à-d. de la cartographie topographique) et de l'information en hydrographie. Les organismes provinciaux équivalents fournissent aussi de l'information dans plusieurs des domaines mentionnés plus haut. Certains utilisateurs soulignent aussi l'intérêt et la commodité d'un accès direct aux photographies aériennes et aux images Landsat. Ce service est offert par des organismes spéciaux des gouvernements fédéral et provinciaux.

La plupart des utilisateurs reconnaissent en outre qu'une bonne connaissance des données quaternaires régionales est essentielle à toute étude des formations en surface et des ressources et que ces données devraient provenir de la Commission géologique du Canada. A maintes reprises, on nous a affirmé que le programme fondamental de la Commission géologique, c'est-à-dire la production de cartes régionales adéquates et d'interprétations de l'histoire géologique, a une importance primordiale puisque la plupart des utilisateurs de ces données n'ont pas les moyens d'aller chercher eux-mêmes cette information. Même les géologues à l'emploi d'organismes provinciaux étaient du même avis car ils doivent s'en tenir à leur domaine de juridiction.

En même temps, plusieurs utilisateurs remarquaient ou sous-entendaient qu'il est important pour eux d'avoir accès aux données de base recueillies sur le terrain par la Commission – données à partir desquelles les synthèses régionales sont élaborées – pour les examiner à une échelle locale ou les replacer dans le contexte de projets particuliers. Nous abordons cette question dans la section 6.

### 3.3 Provenance et pertinence de l'information

La partie suivante se rapporte aux questions 2, 3 et 4(a) du questionnaire (annexe 2). L'information géologique provenait des sources suivantes (en % de tous les répondants):

| | | |
|---|---|---|
| (i) | nos connaissances ou nos relations personnelles | 86 % |
| (ii) | géologue à l'emploi de notre organisme | 30 % |
| (iii) | Commission géologique du Canada | 57 % |
| (iv) | organisme provincial | 63 % |
| (v) | géologue à l'emploi d'une université | 44 % |
| (vi) | recherche en bibliothèque | 72 % |

L'interprétation des points (i) et (vi) doit tenir compte du fait qu'un grand nombre des répondants sont des géologues. Un grand nombre de répondants ont accès à une bibliothèque ou à des dossiers techniques étoffés à l'intérieur même de l'organisme qui les emploie. Un seul répondant a mentionné GEOREF et aucun n'a mentionné GEOSCAN. Parmi les autres sources, on recourt à peu près également à la CGC et aux organismes provinciaux.

La plupart des répondants étaient convaincus qu'ils pouvaient obtenir l'information désirée si elle existait et environ les deux tiers d'entre eux étaient satisfaits de la forme sous laquelle elle leur était présentée. La plupart des insatisfactions quant à la forme de présentation sont de trois ordres:

- l'échelle de la carte est trop résuite;
- le jargon technique doit être "traduit" à l'intention des planificateurs et des naturalistes;
- les dossiers publics sont peu commodes, trop chers et leur présentation laisse à désirer. Lorsque l'information n'est pas disponible, on se tire d'affaire:
- en organisant une étude du terrain avec les ressources internes;
- en ayant recours aux services d'un expert-conseil;
- par l'interprétation de photographies ou l'emploi de documents Landsat;
- en se livrant à des recherches théoriques dans les bibliothèques, les banques de données et auprès d'experts (identifiés comme des auteurs de rapports);
- en se passant de l'information désirée.

Les contraintes budgétaires sont souvent mentionnées comme facteur limitant les études internes ou le recours à des experts-conseils.

Les types d'information donnés comme manquants (dans une partie ou l'autre du pays ou dans un projet de recherche particulier) comprennent à peu près tous les types mentionnés dans la liste des types d'information utilisés (section 3.2). Ils comprennent aussi d'autres exemples dont les plus intéressants sont les données géophysiques recueillies par prospection géophysique aéroportée, les "données à grande échelle", les évaluations des limitations à l'aménagement des terrains, l'information sur le pergélisol et la gélisolation,

l'information sur les processus géologiques contemporains, l'information en hydrogéologie liée à la géologie des formations en surface, la stratigraphie, l'histoire du Pléistocène dans certaines régions, les données sur la direction et la progression des coulées de glace, la datation au $^{14}C$, les données géotechniques, l'épaisseur des formations en surface et "une information de base sur les régions nordiques."

Les ressources cartographiques actuelles du pays sont nettement insuffisantes. Les réponses à la question 4(a) sont difficiles à interpréter car les opinions des répondants semblent reposer sur des critères d'évaluation assez différents. Nous indiquons au tableau 3.2 le nombre de répondants dans chaque catégorie. A l'exception de l'Ontario, du Québec et des Territoires du Nord-Ouest où la cartographie à l'échelle régionale semble répondre à peu près aux besoins, le territoire d'aucune région ne semble avoir été couvert de façon satisfaisante, quelle que soit l'échelle considérée. Ce tableau est difficile à interpréter comme le révèlent les réponses obtenues en rapport avec la cartographie régionale dans les prairies. Les cartes détaillées n'existent pratiquement que pour le sud de l'Ontario et la Gaspésie; il y en a quelques-unes pour le Manitoba et le sud-ouest de la Colombie-Britannique. Ce n'est que dans le sud de l'Ontario que la couverture est presque satisfaisante. De toute évidence, un gros effort doit encore être fourni en cartographie de base.

Les opinions sont très variées quant à la responsabilité de la Commission géologique pour ce qui est de fournir les informations manquantes. Somme toute, la plupart des répondants admettent que la Commission ne peut raisonnablement fournir, parmi les données nécessaires à une recherche particulière, celles qui n'apparaissent qu'à l'échelle locale ou sont spécifiques à l'emplacement considéré. On admet que la Commission géologique doit garder une perspective nationale et que son premier rôle est de fournir un cadre régional à des études locales. Les réponses à la question 3(e) font apparaître certains thèmes que nous reprendrons plus loin: la Commission géologique devrait être le maître d'oeuvre d'un travail de collaboration en vue d'uniformiser le mode de présentation d'un grand nombre de catégories de données géologiques et la Commission devrait travailler de concert avec les organismes provinciaux pour assurer la compilation des données de toutes provenances sur l'histoire pléistocène régionale, incluant les dossiers des compagnies (dont la collaboration était prévue).

La conclusion de cette section est donc la même que celle de la section 3.2, c'est-à-dire que le rôle de la Commission géologique du Canada est d'améliorer la connaissance de l'histoire et des dépôts quaternaires à l'échelle régionale. Dans ce domaine, elle devrait être, au niveau national, le seul organisme chargé de compléter les travaux de cartographie régionale et les rapports sur l'histoire du Quaternaire à des échelles appropriées à l'intensité du peuplement et de l'activité économique de chaque région du pays; elle devrait aussi s'assurer que les cartes deviendront disponibles de façon assez régulière. C'est une définition de la tâche première de la Commission géologique qui s'accorde tout à fait avec son mandat.

## 4. LA GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE ET LA GÉOLOGIE APPLIQUÉE: LES PRODUITS DE LA CGC ET LEUR UTILISATION

### 4.1 Le bilan des publications

Le tableau 4.3 présente un compte rendu sommaire des documents publiés par des fonctionnaires à l'emploi de la Commission géologique dans les domaines de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée de 1974 à 1985. C'est à peu près pendant cette période qu'ont paru les résultats des programmes d'évaluation environnementale en milieu nordique et ceux des ententes fédérale-provinciales sur la mise en valeur des ressources minières – qui ont eu un effet déterminant sur les programmes d'études sur le terrain et sur les publications. Le tableau 4.4 présente la répartition régionale canadienne des résultats.

Les données ayant servi à la préparation de ces tableaux proviennent des listes de publications annuelles de la CGC classées selon les sujets et ne reflètent pas la production particulière de l'une ou l'autre des divisions. Il y a toutefois une correspondance assez étroite entre les publications en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée apparaissant au tableau 4.3 et la production de la Division de la science des terrains. Les études sur le littoral des Centres géoscientifiques de l'Atlantique et du Pacifique de même que la recherche géophysique sur la détermination des limite du pergélisol (ancienne Division de la géophysique et de la géochimie appliquées) font aussi partie de ce groupe. Les "Évaluations des ressources" au tableau 4.3 concernent les recherches géophysiques et géochimiques sur les formations superficielles et les sédiments lacustres, ainsi que les recherches sur les eaux superficielles et les nappes phréatiques effectuées pour répondre aux besoins de l'exploration minière. La majeure partie de ces publications, mais non l'ensemble, a été assurée par l'ancienne Division de la géophysique et de la géochimie appliquées. Comme cette étude porte sur la production et non sur le rendement des divisions, il nous a paru pertinent d'utiliser un classement par sujet.

Pendant la période considérée, une très faible proportion des travaux en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée pourraient être qualifiés, dans le sens étroit du terme, de travaux de géologie

**Tableau 4.3.** Les études sur le Quaternaire produites par la Commission g/ologique du Canada de 1974 à 1985[1]

| Séries | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Géologie du Quaternaire et géologie appliquée | | | | | | | | | | | | |
| Mémoires | | | 1 | | | | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | |
| Bulletins | | 1 | | 2 | 1 | | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | |
| Cartes de la série "A" | 5 | 5 | 2 | 7 | 3 | | 7 | 4 | 7 | 3 | 8 | 5 |
| Cartes préliminaires | 1 | 1 | 1 | | | 2 | 28 | 30 | 17 | 6 | 1 | 2 |
| Études et Rapports divers | 5 | 5 | 8 | 5 | 4 | 2 | 10 | 8 | 5[2] | 4 | 8 | 9 |
| Publications extérieures[3,4] | 18 | 18 | 9 | 18 | 10 | 8 | 16 | 13 | 17 | n.d. | n.d. | n.d. |
| CRecherches en cours | 21 | 72 | 64 | 48 | 39 | 23 | 18 | 15 | 20 | 17 | 20 | 29 |
| Dossier publics | 22 | 10 | 23 | 17 | 13 | 14 | 4 | 2 | 10 | 11 | 15 | 15 |
| Cartes, dossiers publics | 108 | 21 | 64 | 14 | 36 | 77 | 5 | 8 | 34[4] | 24 | 11 | 14 |
| Évaluations des ressources | | | | | | | | | | | | |
| Études et Rapports divers | 3 | 1 | 4 | | | 35 | 3 | | | | | |
| Publications extérieures[3,4] | 8 | 2 | 7 | 8 | 4 | 2 | 8 | 3 | 5 | n.d. | n.d. | n.d. |
| Recherches en cours | 8 | 13 | 10 | 1 | 2 | 6 | 1 | 1 | 2 | 6 | 4 | 1 |
| Dossiers publics | 2 | 13 | 17 | 33 | 23 | 16 | 6 | 30 | 12 | 3 | 8 | 23 |
| Cartes dans les dossiers publics[6] | 7 | 134 | 246 | 321[4] | 281 | 207 | 33[4] | 17 | 133 | 15 | 409 | 145 |

1 Comprend tous les rapports commandés ou réalisés sous contrat par la CGC et publiés dans les séries de la CGC, à l'exclusion des rapports publiés dans les séries de la CGC mais dont les auteurs ne sont pas rattachés à la CGC (principalement des contributions à Recherches en cours par des chercheurs universitaires)
2 Comprend le Rapport divers 3. (Un tableau)
3 Articles de journaux scientifiques et textes de conférences publiés intégralement; les résumés de conférences ne sont pas comptés
4 Incomplet
5 Chapitres d'un Rapport de géologie économique
6 Ne comprend pas environ 325 cartes sommaires produites par ordinateur à l'échelle de 1/2 000 000.

appliquée: certaines études portent sur la capacité des sols de permettre la circulation de véhicules et la sensibilité des sols dans les régions de pergélisol et certains dossiers publics donnent un résumé d'un programme de compilation de données en géologie urbaine du début des années 1970. Il y a un nombre important de publications sur les propriétés et le comportement des terrains en voie de congélation ou gelés. Malgré tout, l'ensemble des études sur le Quaternaire présente un grand intérêt pour l'ingénierie puisqu'il permet de replacer les investigations sur les terrains dans leur contexte régional (cf. section 2.3).

Les données présentées dans les tableaux 4.3 et 4.4 doivent être examinées à la lumière de certains facteurs. Tout d'abord, la quantité de travail exigée pour produire un rapport ou une carte de la CGC présente des variations considérables. Les régions géographiques varient, l'échelle et les détails du territoire couvert varient, et le niveau de complexité des produits varie. Par exemple, certaines cartes présentent, en marge, des commentaires détaillés;

**Tableau 4.4.** Répartition régionale des études sur le Quaternaire produites de 1974 à 1985

| Région | Géologie du Quaternaire et géologie appliquée | | | | | | | | | Évaluations des ressources | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mémoires | Bulletins | Cartes de la série "A" | Cartes préliminaires | Études et Rapports divers | Publications extérieures | Recherches en cours | Dossiers publics | Cartes dans les dossiers publics | Études et Rapports divers | Publications extérieures | Recherches en cours | Dossiers publics | Cartes dans les dossiers publics |
| Territories du Nord-Ouest | | | | | | | | | | | | | | |
| Franklin | 3 | 1 | 5 | 2 | 5 | 17 | 92 | 28 | 92[2] | | 3 | 2 | 8 | 90 |
| Keewatin | 1 | | 1 | 15 | 1 | 4 | 18 | 7 | 55 | | 3 | 5 | 8 | 84 |
| Mackenzie | | | | 14 | 3 | | 27 | 17 | 6 | 1 | 2 | 7 | 11 | 96 |
| Territoire du Yukon | | 2 | | 20 | 2 | 8 | 11 | 13 | 23 | 2 | | 2 | 16 | 171 |
| Colombie-Britannique | 2 | 3 | 15 | 2 | 11 | 20 | 42 | 17 | 31 | | 3 | 2 | 30 | 194 |
| Alberta | | 1(+1) | 1 | 2 | 5[1] | 6 | 13 | 4 | 4 | | | | 2 | |
| Saskatchewan | (1) | (1) | (2) | | | | 4 | | | 2 | 4 | 4 | 18 | 211 |
| Manitoba | 1 | 1 | 3 | 19 | 2 | 2 | 5 | 6 | 24 | | 1 | 6 | 17 | 216 |
| Ontario | | | | | | | | | | | | | | |
| Septentrional | | 1 | 6 | | | 8 | 8 | | | 2 | 4 | 1 | 15 | 202[3] |
| Méridional | | | 2(+2) | 1 | 5 | | 17 | 13 | 36 | 2 | | 2 | 9 | 59[3] |
| Québec | | | | | | | | | | | | | | |
| Septentrional | 1 | 1(+1) | 9(+1) | (1) | 3 | 15 | 11 | 9 | 22 | | | | 1 | 7 |
| Méridional | 1 | 1 | 2 | 1(+1) | 5 | | 23 | 12 | 18 | | | 1 | 1 | 14 |
| Nouveau-Brunswick | 1 | | 1 | | 2 | 6 | 14 | 4 | 10 | | 1 | 2 | 2 | |
| Nouvelle-Écosse | | | | | 3 | 9 | 15 | 10 | 23 | | 2 | 3 | 25 | 259 |
| Ile-du-Prince-Édouard | | | | | | 1 | 2 | | | | | | 2 | 8 |
| Terre-Neuve | | | | | | | | | | | | | | |
| Terre-Neuve | | 1 | | 10 | 3 | | 10 | 4 | 9 | | 1 | 3 | 6 | 110 |
| Labrador | | | 2 | 3 | 1 | | 4 | 5 | 67 | | | 1 | 15 | 204 |
| Est du Canada | | | 8 | | | | | | | | | | | |
| Études systématiques et générales | | 1 | 1 | | 21[4] | 32 | 67 | 8 | | 4[4] | 23 | 17 | 2 | |
| Totaux | 10 | 13 | 56 | 89 | 72 | 128 | 383 | 157 | 420 | 13 | 47 | 58 | 186 | 1927 |

Mêmes remarques que pour le tableau 4.3. Une inscription entre parenthèses indique que la publication porte surtout sur une autre région.

certaines sont partie intégrante d'un document ou d'un rapport important (qui, dans ces cas-là, est enregistré à deux endroits au moins dans le tableau). Ce tableau est donc un mauvais indicateur de la productivité; d'autre part, comme les cartes représentent un fort pourcentage de la production, aucune autre méthode de mesure du volume de la production ne pourrait fournir de meilleure indication. De fait, les mémoires et les rapports produits pour usage gouvernemental interne représentent une contribution additionnelle importante des fonctionnaires de la CGC dont il est difficile de rendre compte de façon sommaire sous quelque forme que ce soit. Nous avons tendance à croire que de simples évaluations quantitatives comme celles qui ont servi dans les tableaux 4.3 et 4.4 sont inadéquates pour rendre compte de la productivité ou de la valeur de n'importe quel service technique. Elles révèlent toutefois les grandes tendances enregistrées par les publications pendant la dernière décennie (comprenant, en gros, le travail réalisé à peu près entre 1971 et 1984).

Le tableau 4.5 compare la production en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée à celle de l'ensemble de la Commission pendant cette période. Il y a relativement peu de rapports finals (Mémoires et Bulletins) en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée. Étant donné l'importance accordée aux projets de cartographie régionale, il n'est peut-être pas étonnant qu'il y ait si peu de Bulletins (rapports finals en géologie systématique). Le nombre de Mémoires (rapports définitifs en géologie régionale) est faible, ce qui correspond, dans notre enquête, à une tendance générale. Les Mémoires sont des études très complètes et exigent un temps de production plus long, ce qui leur enlève tout attrait dans le contexte actuel où la communication rapide des résultats est de rigueur.

Une bonne partie des cartes de la série "A" (cartes géologiques finales) et la majeure partie des cartes préliminaires (cartes géologiques "provisoires") publiées par la Commission appartiennent au domaine de la géologie du Quaternaire. De nombreuses cartes préliminaires ont été réalisées dans le cadre d'études d'évaluation environnementale en milieu nordique qui, pendant plusieurs années, ont représenté, pour toute la Commission géologique, le principal programme de "travail spécial". L'autorisation de les publier comme cartes préliminaires reflète un jugement porté sur la qualité de ces cartes dont la réalisation repose en grande partie sur l'interprétation de photographies aériennes, les possibilités de vérification sur le terrain étant fort limitées. Un grand nombre d'entre elles n'en sont pas moins, en fait, des produits finals. Un grand nombre d'autres cartes ont été publiées dans les dossiers publics.

**Tableau 4.5.** Production proportionnelle de la Commission géologique du Canada en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée (GQA), de 1974 à 1985

| Produit | Nombre de publications | | Proportion |
|---|---|---|---|
| | GSC | QEG | GQA/CGC |
| Mémoirs | 43 | 10 | 23% |
| Bulletins | 131 | 13 | 10 |
| Cartes de la série "A" | 245 | 56 | 23 |
| Cartes préliminaires | 104 | 89 | 86 |
| Études et Rapports divers | 330 | 72 | 22 |
| Recherches en cours | 1927 | 383 | 20 |
| Dossiers publics | 964 | 157 | 16 |
| Total des publications | 3744 | 780 | 21 |

Les résultats en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée qui ont paru dans d'autres catégories de publications sont représentatifs du travail effectué dans ce secteur. L'évolution des contributions à la série Recherches en cours et aux dossiers publics montre des tendances intéressantes. La première révèle que Recherches en cours est devenu une série de rapports importants précédant immédiatement les rapports périodiques et qu'on a commencé d'y recourir avec enthousiasme pour communiquer rapidement de nouveaux résultats. Cette tendance semble se manifester à travers toute la Commission. La seconde reflète en grande partie la vague de rapports d'évaluation environnementale liés au projet de pipeline et de couloir de communication de la vallée du Mackenzie publiés de 1974 à 1976.

Les évaluations de ressources ont surtout paru dans Recherches en cours et dans les dossiers publics. Ce choix a été dicté par des exigences particulières liées à l'actualité et au caractère non traditionnel des résultats (c.-à-d. séries de données numériques tirées d'analyses géochimiques).

Le tableau 4.6 présente un résumé de la production par région. Pour dresser ce tableau, nous avons utilisé les totaux notionaux des rapports en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée et des rapports d'évaluation des ressources (regroupés d'une autre façon que dans les tableaux 4.3 et 4.5). La répartition régionale est d'abord le reflet de particularités administratives et de la contribution provinciale aux études géologiques. L'implication de la Commission géologique dans les territoires nordiques est relativement importante puisqu'il s'agit d'une responsabilité qui incombe au fédéral. Dans les provinces qui possèdent depuis longtemps d'importants services d'études géologiques (Alberta, Saskatchewan, Ontario et Québec), l'organisme fédéral fait assez peu de travail sur le terrain. Dans

**Tableau 4.6.** Production régionale d'études sur le Quaternaire produites de 1974 à 1985

| Région | Géologie du quaternaire et géologie appliquée | | | | | Évaluation des ressources | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rapports finals[1] | Cartes préliminaires | Études et publications diverses | Recherches en cours | Dossiers publics | Études et publications diverses | Recherches en cours | Dossiers publics |
| Territoires | | | | | | | | |
| Territories du Nord-Ouest | 14% | 35% | 12.5% | 36% | 33% | 7.5% | 24% | 14.5% |
| Yukon | 2.5 | 22.5 | 3 | 3 | 8 | 15 | 3.5 | 8.5 |
| Colombie-Britannique | 25 | 2 | 15.5 | 11 | 11 | | 3.5 | 16 |
| Prairies | | | | | | | | |
| Alberta | 2.5 | 2 | 7 | 3.5 | 2.5 | | | |
| Saskatchewan | | | | 1 | | 15 | 7 | 9.5 |
| Ontario | 11.5 | 1 | 7 | 6.5 | 8.5 | 31 | 5 | 13 |
| Québec | 19 | 1 | 11 | 9 | 13 | | 2 | 1 |
| Maritimes | 2.5 | | 7 | 8 | 9 | | 8.5 | 15.5 |
| Terre-Neuve et Labrador | 4 | 14.5 | 5.5 | 3.5 | 6 | | 7 | 11.5 |
| Est du Canada | 10 | | | | | | | |
| Études systématiques et générales | 2.5 | | 29 | 17.5 | 5 | 31 | 29.5 | 1 |
| Totaux | 79 | 89 | 72 | 383 | 157 | 13 | 58 | 186 |

[1] Mémoirs, Bulletins, cartes de la série "A"

l'ensemble, la Colombie-Britannique semble recevoir d'excellents services tandis que les Maritimes sont négligées. Il y a, évidemment, des raisons à cela. Les dépôts quaternaires en montagnes sont les plus complexes au pays et leur interprétation est très difficile. (En outre, les géologues de la Commission travaillant dans cette région sont parmi les plus productifs.) A l'autre extrémité du pays, le travail de cartographie effectué pendant les années 1950 et 1960 dans la région relativement peu étendue des provinces Maritimes explique l'investissement restreint des dernières années.

Dans la catégorie "évaluations des ressources", la répartition de la production indique quelles provinces ont signé avec le gouvernement fédéral des accords de coopération sur la mise en valeur des minéraux.

Enfin, le tableau 4.7 met en parallèle la production en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée et la population au Canada, par région. La répartition de la population correspond assez fidèlement à la répartition de l'activité économique. Néammoins, cette comparaison peut être considérée comme trompeuse. Nous avons déjà souligné que l'implication en région dépend dans une large mesure de la responsabilité directe du fédéral à l'égard des territoires, du degré d'activité des services provinciaux d'études géologiques et du travail effectué dans une région avant la période considérée ici. Tous ces facteurs influencent les données qui apparaissent au tableau 4.7. En outre, la mise en valeur des ressources minières ne correspond pas à la répartition géographique du dévelopement économique d'ensemble. Toutefois, dans la mesure où la géologie du Quaternaire et la géologie appliqué peuvent être utilisées à des fins beaucoup plus larges de mise en valeur et d'aménagement des ressources, il est encore légitime de se demander si l'implication fédérale en matière d'études géologiques ne devrait pas refléter plus fidèlement la répartition de l'activité économique à travers le pays. Le tableau renferme des données statistiques qui pourraient servir de base au débat. A l'heure actuelle, le travail à accomplir dans un

**Tableau 4.7**. Comparaison entre la population régionale et la production par région en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée

| Région | Total des publications en GQA[1] | Proportion des publications de la CGC | Proportion de la population canadienne |
|---|---|---|---|
| Territoires | | | |
| Territoires du Nord-Ouest | 103 | 28.5% | 0.2% |
| Yukon | 37 | 10.5 | 0.1 |
| Colombie-Britannique | 50 | 14 | 11 |
| Prairies | | | |
| Alberta | 13 | 3.5 | 8 |
| Saskatchewan | - | - | 4 |
| Manitoba | 32 | 9 | 4.5 |
| Ontario | 28 | 8 | 36 |
| Québec | 45 | 12.5 | 27 |
| Maritimes | 21 | 6 | 7 |
| Terre-Neuve et Labrador | 29 | 8 | 2.5 |
| Totaux | 358 | | |

1 Catégories appartenant à la géologie du Quaternaire et à la géologie appliquée dans le tableau 4.3, à l'exception de Recherches en cours et des publications extérieures; les cartes publiées dans les dossiers publics ne sont pas comptées à part.

territoire aussi vaste se fait, en réalité, au détriment des efforts qui pourraient être investis dans les provinces qui se sont dotées d'importantes ressources dans ce domaine.

### 4.2 L'évaluation des produits

Le texte qui va suivre s'inspire des réponses à la question 4(b) du questionnaire destiné à la clientèle (annexe 2). Comme les répondants n'avaient pas tendance à tenir compte, dans leur classement, de toutes les catégories de produits mentionnés dans la question, il est impossible de présenter un résumé strictement quantitatif. Les réponses permettent toutefois de faire ressortir clairement certains éléments qui sont présentés au tableau 4.8.

Les commentaires formulés par certains répondants éclairent ces résultats. Les cartes et la série des rapports finals sont appréciés pour leur valeur scientifique, leur large diffusion et la longue période pendant laquelle ils sont disponibles. Toutefois, leur rythme de production est lent et leur réalisation est coûteuse, en grande partie à cause des méthodes de travail adoptées et des critères de production rigoureux qui garantissent la valeur scientifique qui les fait apprécier. Nous avons reçu de nombreux commentaires d'utilisateurs se plaignant de la lenteur de la production. Nous avons remarqué que ces facteurs de production ont conduit la Commission à s'interroger sur la viabilité à long terme de ces séries. La réputation de toutes les séries de documents finals est un des principaux actifs de la Commission justifiant la diffusion de ses réalisations. Il faudrait trouver le moyen de revitaliser ces séries pour que leur réputation serve à quelque chose.

Les contacts personnels ont reçu une évaluation élevée partout à l'ouest du Québec mais seulement modérée au Québec et dans les Maritimes. Les réponses provenant des Maritimes nous indiquent que les grosses firmes de consultants peuvent tirer profit de contacts personnels mais que les petites firmes ne le peuvent pas tandis que les organismes provinciaux ne le font pas. A cet égard, il est peut-être intéressant de mentionner que le Québec et les Maritimes sont les deux grandes régions méridionales du Canada où la CGC n'a pas de personnel résident affecté à la géologie du Quaternaire et à la géologie appliquée. L'efficacité des contacts personnels repose sur la possibilité d'interaction; il faut que les réponses aux questions posées tiennent compte des intérêts particuliers de la personne qui sollicite une information. Les réponses aux questions 3 et 5 du questionnaire nous ont appris que les fonctionnaires de la Commission ont acquis la réputation d'être très réceptifs aux requêtes individuelles et de fournir une information de grande qualité.

Les publications qui se font à l'extérieur – c'est-à-dire dans les revues scientifiques – sont également très appréciées. Selon les réponses obtenues, une publication en temps opportun, une diffusion assez large et le choix de sujets assez précis sont appréciés.

Recherches en cours a été l'objet d'appréciations assez partagées. Cette publication possède certaines des caractéristiques des périodiques (comme prévu) mais, de l'avis de certains clients, elle ne semble pas aussi facile à consulter. Un répondant nous disait

**Tableau 4.8.** Sommaire de l'évaluation des méthodes de compte rendu de la Commission géologique du Canada par les utilisateurs

| Méthode de compte rendu | Nombre de répondants[1] Valable | Marginal | De peu de valeur | Somme pondérée[2] | Variations des rangs[3] | Résumé[4] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Séries de cartes | 69 | 6 | 0 | 144 | 1-4 | le plus valable |
| Bulletins, Mémoires, Série de Géol. éc. | 60 | 12 | 2 | 132 | 1 - 5 | très valable |
| Études, cartes préliminaires | 57 | 14 | 1 | 128 | 1 - 3 | |
| Communications personnelles | 60 | 6 | 1 | 126 | 1 - 4 | |
| | 52 | 19 | 1 | 123 | 1 - 6 | |
| Recherches en cours | 34 | 19 | 9 | 87 | 1-8 | assez utile (réponses variées) |
| Dossier publics | 31 | 20 | 14 | 82 | 6 - 8 | |
| Conférence presentations | 18 | 33 | 12 | 69 | 7-8 | beaucoup moins utile |
| Journées d'accueil | 11 | 10 | 20 | 32 | 9 | aucune valeur reconnue |

1 Les catégories n'ajoutent pas au nombre de répondants: plusieurs répondants ont coché seulement dans certaines catégories
2 2 fois le nombre de réponses 'valable' + 1 fois le nombre de réponses 'marginal'
3 La plupart des répondants n'ont pas procédé à un classement complet
4 Opinion du comité

que c'est une des meilleures revues de géologie en circulation; un autre affirmait sans vergogne que c'est payer beaucoup trop cher "pour un ou deux articles d'intérêt par numéro." Cette divergence de vues s'explique peut-être par le fait que de nombreux articles rédigés par des fonctionnaires de la Commission paraissent dans des revues assez spécialisées rejoignant régulièrement des clientèles spécifiques, tandis que Recherches en cours fonctionne plutôt comme une publication traitant des sciences de la Terre en général. L'examen du rapport coût/rendement de cette publication devrait sans doute être poursuivi.

Les dossiers publics et les conférences ont reçu une mention passable, dans les deux cas pour des motifs de difficulté d'accès. Le format des dossiers publics est jugé encombrant, ils sont peu dispon-ibles et les données y sont présentées de telle manière que seuls des géologues professionnels peuvent s'en servir. De nombreux clients considèrent aussi les dossiers publics comme des documents préliminaires, ne faisant pas autorité. Quelqu'un remarqua que les conférences en géologie n'attiraient que les géologues (sans compter que de nombreux géologues du secteur privé n'y assistaient pas).

De l'avis général, les journées d'accueil se méritent la dernière place. La raison en est simple: personne, en effet, ne juge rentable de se rendre sur les lieux de l'activité (du moins dans les secteurs de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée) lorsqu'elle se déroule à une trop grande distance du lieu de résidence. Dans le secteur privé, la plupart des travaux en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée sont exécutés par de petites firmes de consultants qui n'ont pas les moyens d'assister à ces activités spéciales, contrairement à ce qui se passe dans les grandes compagnies minières et pétrolières.

Il faudrait donner une nouvelle dimension à ces activités moins bien cotées. Elles pourraient servir à autre chose qu'à communiquer des résultats à la clientèle. Ainsi, il est difficile d'imaginer comment le public pourrait, autrement que par l'intermédiaire d'un dossier public, avoir accès à des levés informatisés (incluant des bandes), à des dossiers de laboratoire, à des dossiers de consultants et à d encombrantes "pièces justificatives". Le recours à cette publication devrait sans doute être plus sélectif, surtout en ce qui concerne les cartes et rapports "non publiés" qui ne sont en fait que des versions préliminaires des principaux produits de la Commission. Une publication plus hâtive sous forme de cartes préliminaires ou d'Études pourrait être la meilleure solution en pareil cas.

Les conférences pourraient fournir aux scientifiques de la Commission des occasions intéressantes de contacts professionnels et d'échanges d'information, même s'ils ne peuvent y rencontrer l'ensemble de leurs clients. De la même manière, les journées d'accueil pourraient permettre des rencontres formelles entre les responsables d'équipes sur le terrain de différentes divisions et les principaux fonctionnaires du ministère d'Énergie, Mines et Ressources ou d'autres ministères, ainsi qu'avec la clientèle locale.

Certains clients suggéraient de remplacer les conférences et les journées d'accueil par des séminaires régionaux tenus à intervalles réguliers où les géologues à l'emploi de la Commission, d'universités, d'organismes provinciaux et de firmes de consultants locales viendraient présenter les "mises à jour" des résultats d'études récentes sur la région. Il serait peut-être même plus utile d'organiser, sur une période de plusieurs années, des séminaires annuels portant sur des sujets intéressant des clientèles-cibles. Ces rencontres aideraient aussi à multiplier les contacts personnels. Elles ne devraient pas entraîner des coûts très élevés.

Étant donné le grand nombre de revues scientifiques existant à l'heure actuelle, il est très difficile, à bien des égards, de voir en quoi Recherches en cours peut être irremplaçable. Cette publication ne passe pas systématiquement en revue tous les projets. Nous avons pourtant reçu ce commentaire: "nous devrions être tenus informés de tous les projets en cours de réalisation et pouvoir obtenir un état de connaissance (rédigé annuellement) pour chacun des projets." On pourrait facilement songer à des méthodes de diffusion des rapports provisoires de projets en cours visant des clientèles plus spécifiques (que la clientèle actuellement rejointe par Recherches en cours). Par exemple, une liste annuelle de tous les projets en cours (demandée par plusieurs répondants) indiquant la date du plus récent rapport provisoire pourrait servir à commander les rapports sur des projets précis. Ces derniers pourraient être conservés dans un fichier électronique (d'une ou deux pages) et imprimés ou photocopiés sur demande. Les rapports présentés ne différeraient en rien – ou si peu – des habituels rapports provisoires internes préparés par un fonctionnaires sur un projet. Ils devraient cependant donner le calendrier de production des rapports finals. Une telle façon de procéder tiendrait compte des besoins des utilisateurs, permettrait de connaître l'état de tous les projets, exigerait de la Commission un investissement moins grand que la corvée trimestrielle de production de Recherche en cours et assurerait peut-être une exécution plus rigoureuse des projets.

### 4.3 La procédure de publication à la Commission géologique

Pour formuler des recommandations en vue d'améliorer les publications – les produits finis résultant du travail de la Commission – il faut être réaliste et tenir compte des règles de publication et des motivations qui poussent les fonctionnaires à produire des rapports. Voici donc un bref aperçu de la procédure en vigueur à la Commission.

Quand un chercheur et le directeur d'une division établissent le plan d'un projet, ils procèdent de façon provisoire au choix des publications internes et fixent un calendrier de parution approximatif. (Par exemple, un programme pourrait prévoir "après un an, un rapport dans Recherches en cours; après deux ans, une Étude; après quatre ans, la fin du projet et la parution d'un Bulletin".) Il semble que la division vérifie d'abord si les manuscrits sont présentables puis elle les envoie à un ou plusieurs correcteurs choisis, à l'intérieur ou à l'extérieur de la Commission, par le directeur de la division sur recommandation de l'auteur et d'autres membres du personnel. Une fois terminé le travail de correction et de révision, le manuscrit reçoit la signature du directeur de la division et passe à l'étape de la production assumée par la Division de l'information géoscientifique. (L'autorisation de publier des dossiers publics est fournie par le scientifique principal de souvent sans révision formelle.)

Sous la direction du rédacteur-réviseur scientifique en chef, le rapport est ensuite approuvé par les rédacteurs scientifiques de la direction et le manuscrit est révisé; il passe ensuite à l'étape de la préparation qui comprend la mise en pages, le traitement de texte et la cartographie. La plupart des cartes sont imprimées par la Direction des levés et de la cartographie du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

Le matériel qui provient de la Division de la science des terrains suit ces étapes générales; toutefois, la division a son propre rédacteur-réviseur scientifique de sorte que le matériel n'arrive à la Division de l'information géoscientifique qu'à l'étape de la préparation du texte aux fins d'édition.

Cette procédure permet de s'assurer de la clarté du texte et de sa valeur scientifique ainsi que de la parution de rapports à des moments précis dans le cours d'exécution d'un projet. Elle atteint très bien les deux premiers objectifs mais, si on en croit les usagers, elle entraîne de trop longs délais et ne respecte pas l'ordre apparemment normal de publication. Il y a trois étapes principales qui ralentissent la procédure:

(i) la rédaction du rapport;
(ii) la correction et la révision;
(iii) la production, surtout lorsqu'il s'agit de matériel cartographique complexe.

Obtenir que des rapports soient rédigés fait partie d'un projet et des tâches de gestion du personnel dans toute organisation scientifique et ne concerne pas ce comité. Un élément nous paraît toutefois mériter notre attention. L'avancement professionnel des fonctionnaires de la Commission est influencé, comme il se doit, par la perception qu'on a de l'excellence scientifique de leurs réalisations autant que par leur quantité. Ce sont des scientifiques de l'extérieur ou à l'emploi de la Commission qui procèdent à cette évaluation et la décision est rendue par la haute direction de la Commission. Pour obtenir une bonne évaluation, le fonctionnaire souhaite que ses rapports soient lus et appréciés par le plus grand nombre possible de collègues (qui sont peut-être, mais pas forcément, des clients). Cela peut avoir pour conséquence qu'on porte plus d'intérêt aux Mémoires ou aux journaux et à Recherches en cours. La politique de la Commission prévoit que:

(i) les fonctionnaires devraient faire paraître dans les séries de publications de la Commission tous les résultats qui y ont naturellement leur place (en particulier, toutes les cartes); et
(ii) le matériel devrait être publié sous la forme qui lui permettra le mieux de rejoindre la clientèle.

C'est une bonne politique. Il n'en demeure pas moins qu'il est difficile de s'assurer de son application étant donné les pressions liées aux évaluations quelque peu académiques auxquelles nous avons fait allusion. Nous nous demandons, en particulier, si la production des Mémoires – qui sont, idéalement, avec la carte de série "A" qui l'accompagne, le produit final de tout projet de cartographie régionale – n'est pas, dans une certaine mesure, victime de cette situation. (Selon les règles mystérieuses de ces évaluations académiques, on pourrait faire moins de cas des publications de la Commission que des contributions à des journaux, étant donné que la procédure de révision de la Commission n'est pas soumise au contrôle d'un tiers et qu'elle n'exige pas l'anonymat. Ce curieux jugement va tout à fait à l'encontre de la perception qu'on a de la valeur scientifique des principales séries de publications.)

Correction et révision sont des questions qui relèvent de la gestion de projet. Il convient de prévoir suffisamment de temps (la ressource la plus précieuse) pour ces opération dans le cours d'un projet. Nous croyons que ce n'est pas souvent le cas parce que cette activité n'ajoute pas de nouveaux résultats. La plupart des fonctionnaires se voient confier plusieurs tâches mineures en même temps qu'ils travaillent à un projet d'envergure. Quel que soit le cadre de travail, des attentes excessives ne mènent, le plus souvent, qu'à une révision et à des

corrections de travaux qui, à toutes fins utiles, étaient déjà impeccables.

Étant donné la rapidité avec laquelle apparaissent les changements technologiques, il est difficile d'avoir, sur la production, une idée arrêtée. Nous recommandons de recourir aux moyens de production les plus rapides et les moins coûteux sans sacrifier ni la clarté ni une certaine qualité de présentation reflétant la valeur scientifique des documents. Les traditions qui ne respectent pas ces objectifs devraient être abandonnées. Ainsi, il est traditionnellement admis que les cartes de la série "A" doivent être en couleurs. Une carte de la série "A" devrait être un produit final, donc définitif (pour le moment), impliquant une compilation minutieuse, une analyse rigoureuse et un travail de rédaction très soigné. Elle n'a pas besoin d'être colorée, ce qui, jusqu'à maintenant, a compliqué inutilement la production et l'impression des cartes. D'autre part, les techniques les plus récentes pourraient bien résoudre ce problème: pour l'impression de la carte 1618A (Helie, 1984), la séparation des couleurs a été obtenue par procédé photographique à partir du manuscrit de l'auteur. Deux répondants, probablement des utilisateurs de cartes complexes, exigeaient l'impression de données géologiques directement sur les cartes-mosaïques.

Avec la collaboration d'autres services du gouvernement qui ont à exécuter d'importants travaux d'impression, la Commission devrait rechercher, en priorité, les meilleurs moyens de diminuer le temps de production de ses publications finales.

### 4.4 L'information destinée au grand public

Lorsque le gouvernement cherche à limiter ou à couper ses dépenses, les divisions techniques des services publics sont soumises à un examen très minutieux. La meilleure défense contre des coupures outrancières viendra d'une opinion publique bien consciente de la valeur du service. La Commission géologique du Canada entretient de bons rapports avec sa clientèle initiée à la géologie – comme le confirment les résultats de notre enquête. Toutefois, le public à viser est beaucoup plus vaste. Un géologue travaillant à l'aménagement des parcs en Ontario nous a dit: "...il faudrait se préoccuper davantage de présenter l'information géologique aux politiciens, aux administrateurs, aux planificateurs et à d'autres profanes. Le jargon géologique doit être simplifié mais pas au point de lui faire perdre sa portée scientifique."

Dans le cadre des activités du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, la Commission géologique poursuit des programmes d'information publique par sa contribution au magazine du ministère, *Geos*, par des étalages dans ses principaux bureaux et par la publication de guides semi-techniques tels que les guides de roches et de minéraux et les guides géologiques de certains parcs nationaux. Ce sont des initiatives utiles mais pas assez audacieuses pour arriver à rejoindre un vaste public. Il ne semble pas y avoir de volonté explicite de soutenir un programme élaboré d'information à l'intention du grand public. Nous croyons qu'un tel programme serait d'une grande utilité et que la géologie du Quaternaire devrait y occuper plus de place qu'elle n'en a occupé jusqu'à maintenant. La plupart des gens sont curieux de connaître l'histoire des paysages actuels et la plupart des détails que les gens remarquent ont un rapport avec l'histoire des glaciations. Nous recommandons la mise sur pied d'un programme destiné à informer le grand public des projets et des réalisations de la Commission géologique en mettant fortement l'accent sur la géologie du Quaternaire et ses applications. Le programme devrait d'abord identifier les moyens de rejoindre le public (quotidiens? magazines d'histoire naturelle? expositions? parcs nationaux? guides touristiques? annonces télévisées?) et le matériel devrait être conçu sur mesures en fonction des moyens retenus. Avant de lancer le programme, il faudrait trouver des moyens d'en évaluer le succès.

### 4.5 Recommandations relatives aux séries de publications

Les publications en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée font partie des séries qui rejoignent tous les secteurs de la Commission. Les questions discutées dans la section 4.3 concernent l'ensemble de la Commission. Nos recommandations pourraient, en l'occurrence, s'appliquer à d'autres secteurs que ceux de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée. Nous les présentons parce que nous sommes arrivés à la conclusion qu'elles augmenteront l'utilité des produits en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée: elles doivent toutefois être considérées dans une optique beaucoup plus globale.

(3.1)* La Commission devrait considérer la revalorisation de ses publications finales (cartes de la série "A", Mémoires, Bulletins, Études) en tant que véhicules de ses produits traditionnels (rapports, cartes) les plus

* La numérotation des recommandations comporte deux valeurs: x.y. x se réfère au volet du mandat dont il est question (voir la section 1.1) et y est le numéro de la recommandation.

importants, et elle devrait recourir à une technologie capable d'en assurer la publication en temps opportun.

Cette recommandation vise à tirer parti de l'excellente réputation de ces séries. Une telle réputation a pour effet que les résultats sont remarqués et utilisés. Elle est bien établie depuis plusieurs décennies et il serait très maladroit de ne pas l'exploiter. Nous ne croyons pas que la présentation matérielle ou les sujets de ces rapports devraient s'inspirer de façon étroite de la tradition, malgré que la distinction thématique de base attachée aux Mémoires – devenus synonymes de rapports régionaux finals – demeure utile.

(3.2) La série des dossiers publics devrait être consacrée expressément à la diffusion de matériel non conventionnel, de séries de données, de certains rapports de conseillers techniques et d'autres produits qui ne satisfont pas aux exigences thématiques ou matérielles des publications finales.

Il faudrait hâter la publication des cartes et des rapports provisoires conventionnels sous forme de cartes préliminaires ou d'Études en adoptant des pratiques éditoriales qui font appel à de nouvelles technologies. De cette manière, ils feraient davantage autorité, seraient plus facilement disponibles et, par conséquent, davantage utilisés. Le plan d'exécution des projets et les budgets qu'on leur attribue devraient en tenir compte.

(3.3) Recherches en cours devrait être remplacé par des contributions aux journaux de l'extérieur et par la mise en place d'un service d'information sur les projets adapté aux besoins de la clientèle.

Les rapports systématiques portant sur des questions très spécialisées devraient être adressés aux revues concernées. Les rapports intérimaires de projets devraient être courts, disponibles sur demande et fréquemment mis à jour. Cette recommandation implique une nouvelle forme de communication. Nous n'avons à ce sujet aucune idée arrêtée. Nous avons fait une suggestion dans la section 4.2 qui serait bien adaptée à des services de courrier électronique mais qui pourrait aussi être utilisée avec des moyens de distribution conventionnels.

(3.4) Les conférences sur des thèmes généraux et les journées d'accueil devraient être abandonnées comme moyens d'entrer en communication avec la clientèle.

(3.5) La Commission géologique devrait plutôt organiser des séminaires dans les centres régionaux à l'intention de clientèles-cibles en collaboration avec des spécialistes de la province ou de l'endroit, dans le but de renseigner les gens sur les réalisations les plus récentes de la Commission et sur d'autres activités de recherche ou d'inventaire.

Les séminaires pourraient être assez spécialisés. Un des rôles importants qu'ils auront à jouer sera de faciliter les contacts personnels et de familiariser les participants avec les autres produits de la Commission.

Les recommandations qui précèdent n'entraînent pas de dépenses spéciales. Il y a des coûts associées à l'adoption de nouvelles technologies destinées à accélérer la préparation aux fins d'édition et la production de rapports définitifs, mais nous croyons que le rapport coût/bénéfice devrait être un critère d'adoption de ces recommandations. Comme l'évolution technologique modifie rapidement le caractère de l'information géologique autant que les moyens de la présenter, ces dernières devraient être considérées comme des ajustements, à court et moyen terme, des moyens de communiquer efficacement les résultats.

(3.6) La commission géologique devrait désigner des membres du personnel des projets régionaux pour des engagements de longue durée dans une ou l'autre des régions habitées du Canada et ils devraient avoir leurs bureaux dans les régions mêmes.

L'importance de faciliter les échanges personnels avec les clients – aux prises quotidiennement avec ce qui se passe dans la région – ne peut être trop soulignée. Le bureau de Vancouver est un modèle d'efficacité et son exemple devrait être suivi ailleurs. Il n'est pas nécessaire de détacher un grand nombre d'employés (il y a deux géologues du Quaternaire à Vancouver). Il serait plus simple qu'ils travaillent dans les bureaux de la Commission mais cela n'est même pas nécessaire pourvu qu'ils aient accès sur place à des services de soutien technique adéquats. Il est probablement important qu'ils puissent travailler dans le voisinage de grandes universités ou d'organismes provinciaux pour permettre une certaine émulation scientifique et des contacts avec d'autres experts régionaux de manière qu'ils ne soient pas submergés par de fastidieuses recherches locales.

En fait, les produits les plus valables de la Commission sont le potentiel et les connaissances de ses fonctionnaires d'expérience: les affectations régionales sont de loin le meilleur moyen d'en faire profiter la clientèle.

(3.7) La Commission géologique devrait mettre en place, à l'intention du grand public, un programme d'information portant sur ses projets en cours et ses réalisations et mettant plus particulièrement l'accent sur la géologie du Quaternaire et ses applications.

Cette proposition peut occasionner des frais dans la mesure où – si elle est mise en pratique avec succès – elle exigera de recourir à des techniciens en communication ou à des spécialistes de l'information publique pour aider à mettre au point et à utiliser le matériel requis. Il faudrait faire affaire avec des médias déjà bien établis et ayant la faveur populaire.

## 5. LES PROBLÈMES ACTUELS À CONSIDÉRER

### 5.1 La direction du programme de cartographie

La Commission géologique du Canada a toujours comme tâche première de donner une description complète et scientifique de la géologie du Canada et le principal programme à cet effet demeure le programme de cartographie régionale. Les questions 6 et 7 de notre questionnaire demandaient aux clients de nous parler des besoins et des problèmes qui existent en matière d'information géologique. Un très grande majorité nous a répondu que la cartographie régionale devrait faire des progrès plus marqués. Ceci s'accorde avec le fait (sections 3.2 et 3.3) que les clients considèrent l'élaboration d'un cadre de référence géologique régional comme la principale tâche de la Commission. Quels que soient les problèmes géologiques locaux ou spécifiques qui surgiront dans l'avenir, c'est l'information de base à laquelle on se réfère pour trouver des solutions.

La plupart des clients s'attendent à devoir faire face aux mêmes grands problèmes qu'aujourd'hui; mentionnons, plus particulièrement, les investigations sur les sites de travaux d'ingénierie, les recherches d'agrégats, les recherches sur la nappe phréatique et la cartographie des terrains devant servir de base aux travaux d'évaluation des possibilités des terres, aux études d'impact sur l'environnement et aux évaluations de risques naturels. Il y a, dans les opinions des clients, des nuances intéressantes sur la description du cadre régional nécessaire pour résoudre ces problèmes. Un grand nombre de clients mentionnent que les synthèses en géologie urbaine (à ne pas confondre avec l'information à l'échelle du site) répondent très mal aux besoins là où les matériaux quaternaires sont assez importants en comparaison du reste du profil stratigraphique. De même, certains clients de l'Ontario et du Québec ont mentionné que la cartographie, dans les régions les plus peuplées du sud de l'Ontario et de la vallée du Saint-Laurent, ne répond pas aux besoins d'aménagement intensif des terres: certains clients réclament des cartes à l'échelle de 1/50 000 pour l'ensemble de ces régions. Un client ontarien déclare: "alors que la cartographie à l'échelle de 1/50 000 dans le sud et de 1/100 000 dans le nord a fait des progrès importants au cours des années 1970 et au début des années 1980, la production a chuté depuis. Le programme devrait être relancé pour combler les vides." Des demandes de cartes plus détaillées nous sont aussi venues des Prairies. Un répondant des Maritimes nous a appris que... "(dans l'est du Canada au moins), le till est, de loin, la plus importante des formations en surface. Il devrait être représenté et subdivisé de façon plus rigoureuse, selon les différences lithologiques et les variations de texture, plutôt que d'apparaître simplement comme 'till de fond' d'un vert omniprésent. Les analyses géotechniques et géochimiques du till devraient faire partie des programmes de cartographie."

Le programme de la Commission géologique comprend en ce moment la "cartographie de reconnaissance" géologique à l'échelle de 1/250 000 pour tout le pays et des synthèses à plus petites échelles encore. Il est bon de se demander si cette uniformité d'échelle donnera partout de bons résultats dans un pays présentant d'aussi grandes variations de densité de peuplement et de développement économique que le Canada. Trente pour cent de la population canadienne vit dans les trois plus grandes zones métropolitaines; 45 %, dans les 10 plus grandes villes, et 56 % dans les 24 secteurs métropolitains de recensement (SMR) comptant chacun plus de 100 000 habitants. Environ la moitié de la population canadienne vit dans le sud de l'Ontario et la vallée du Saint-Laurent, à l'ouest de la ville de Québec. La figure 5.2 illustre la densité de la population au Canada. Somme toute, la population et l'activité économique sont fortement concentrées. Pareille situation suscite des besoins d'information en géologie du Quaternaire qui peuvent varier considérablement comme en font preuve les commentaires des clients.

Ce comité ne peut donc déterminer des échelles de cartographie "régionale" qui soient les meilleures pour tout le pays mais nous soumettons, pour fins d'examen, les recommandations suivantes qui se fondent sur les opinions des clients et nos propres opinions:

| | |
|---|---|
| 1/25 000: | les 9 plus grands SMR (population supérieure à 500 000) et leurs banlieues; |
| 1/50 000: | le sud de l'Ontario, la vallée du Saint-Laurent, l'Île-du-Prince-Edouard, les régions densément peuplées du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse certaines vallées de la Colombie-Britannique; |
| 1/100 000: | le reste du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, la partie habitée des Prairies; |
| 1/250 000: | le reste des provinces, à l'exception du Labrador; |
| 1/500 000: | les Territoires et le Labrador. |

(Les régions sont présentées à la figure 5.2).

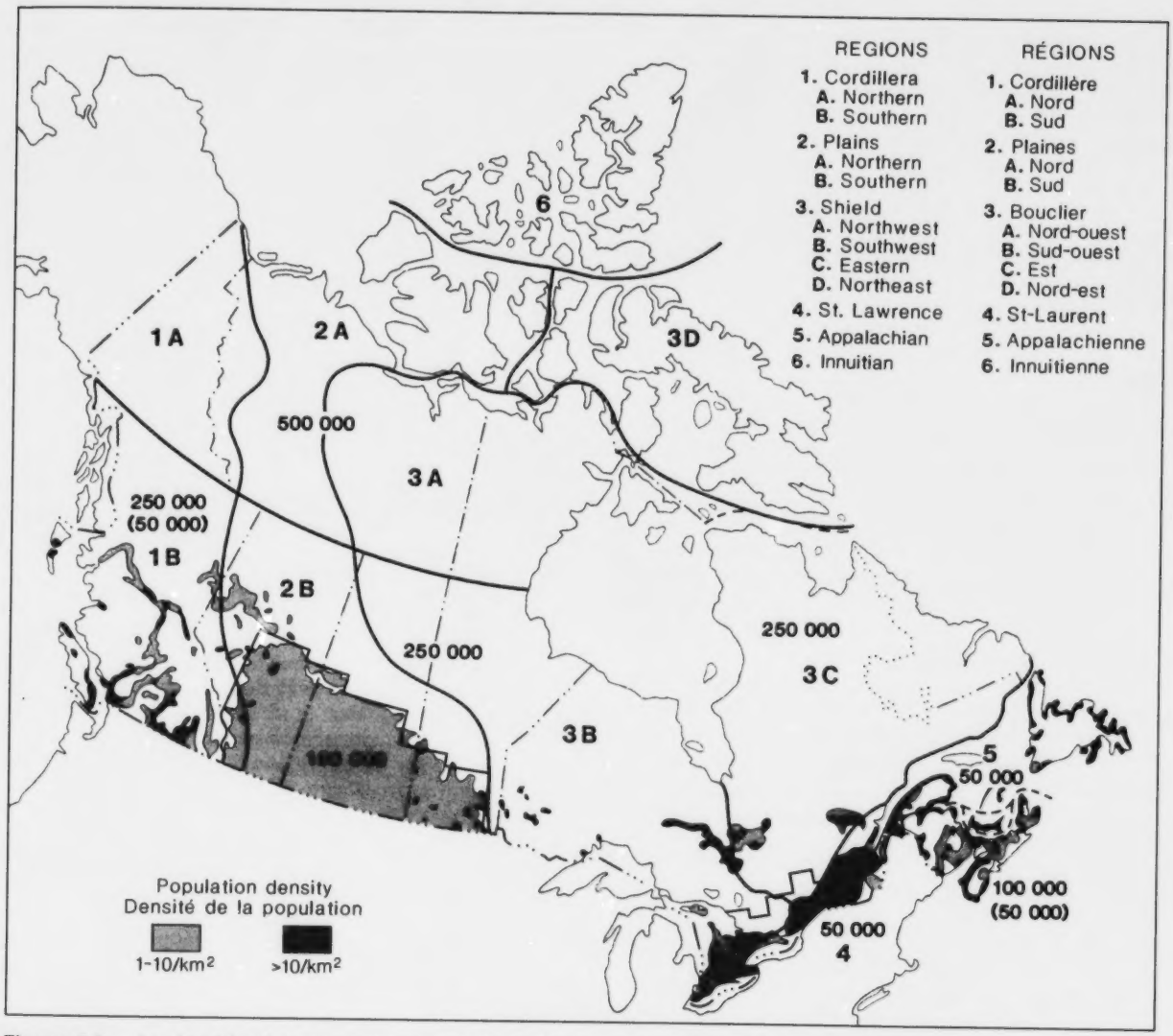



**Figure 5.2.** La densité de la population, les régions géologiques et les échelles suggérées pour la cartographie du Quaternaire à l'échelle régionale au Canada.

L'adoption d'une variété d'échelles cartographiques respecterait une tradition en vigueur depuis longtemps à la Commission pour la cartographie du socle alors qu'un nombre important de districts miniers ont été cartographiés à plus grande échelle.

Le choix définitif des échelles devrait se faire après l'adoption de certaines normes relatives à l'information en cartographie (voir la section 6.6). Nous ne sommes pas non plus certains des conséquences, sur l'ensemble de la production cartographique, de l'adoption d'échelles cartographiques révisées, variant selon les régions. De nombreux fonctionnaires de la Commission sont sûrement en train de procéder à la compilation de données recueillies sur le terrain d'une précision beaucoup plus grande que celle qui serait nécessaire pour une carte de reconnaissance à l'échelle de 1/250 000; ils le font dans le but d'étudier les éléments mineurs de l'histoire glaciaire pléistocène dont la connaissance améliorera considérablement l'uniformité de la cartographie.

La cartographie à échelle variable accorderait plus d'attention aux régions méridionales habitées du pays, ce qui correpond à une suggestion répétée des clients. Dans ce rapport, les clients réclament une cartographie détaillée des environs des grands centres habités ou de nouvelles versions des cartes selon des normes améliorées (cf. Armstrong, 1980a,b,

1984; Armstrong et Hicock, 1980a,b, dans les basses-terres du Fraser, en Colombie-Britannique).

### 5.2 La cartographie des régions littorales et côtières

La mise en valeur de la zone littorale est l'objet de pressions de toutes sortes. A de nombreux endroits, les projets d'utilisation des terres à des fins industrielles, résidentielles et récréatives se concentrent sur la côte; les déversements de pétrole ou d'effluent peuvent contaminer le rivage et les eaux côtières; ces milieux rudes posent des problèmes techniques particuliers. A long terme, la hausse du niveau de la mer posera peut-être des problèmes techniques spéciaux. Tous ces problèmes prennent une intensité particulière dans les zones d'estuaire biologiquement riches et diversifiées. Et pourtant, on connaît moins l'environnement des régions littorales que celui de toute autre région du Canada.

Cette ignorance relative a des causes d'ordre technique. Les méthodes de cartographie terrestre ne peuvent être utilisées au large des côtes. Les méthodes marines – utilisées à bord de navires – ne sont d'aucune utilité dans des eaux peu profondes présentant des risques pour la navigation. Dans l'ensemble, on connaît mal les eaux de moins de 30 mètres de profondeur situées entre les caps et en direction de la terre ferme.

L'environnement géologique des régions marines situées en bordure des côtes est, en outre, souvent beaucoup plus variable que celui des régions situées plus au large. Les normes de cartographie et le nombre de vérifications qui permettent de rapporter suffisamment d'informations au large peuvent devenir inadéquates en bordure des côtes. Les petits bateaux et l'équipement léger utilisables dans les eaux en bordure des côtes conviennent bien aux programmes d'observation assez intensive qui sont parfois nécessaires. Toutefois, ces opérations coûtent cher étant donné les temps morts qu'imposent des conditions atmosphériques défavorables et elles peuvent présenter certains dangers.

L'intérêt porté à la production de cartes spéciales représentant les caractéristiques des côtes et des rives est apparu il y a à peine plus d'une dizaine d'années. Malgré les progrès enregistrés dans la mise au point de systèmes de cartographie utiles (cf. Owens et autres, 1981), l'expérience est encore insuffisante et n'a pas permis la normalisation des méthodes et la confection de cartes définitives. D'autre part, les méthodes, dès le début, ont été orientées vers une description quasi paramétrique et vers la création de banque de données. Nous reviendrons sur cette question dans la section 6.

Les informations sur l'environnement marin en bordure des côtes ont une importance vitale, en particulier pour les applications géotechniques. La majeure partie des travaux d'ingénierie "marine" comprennent les ouvrages portuaires et ceux qui servent à la navigation ou à la protection des rives. En outre, pour bien comprendre la géologie régionale, il faut confronter les résultats obtenus sur la côte avec ceux qu'on a obtenus au large. Nous partageons l'opinion d'un utilisateur qui écrit: "j'ai certaines réticences à dissocier la cueillette d'information géologique sur terre et en mer. Je considère que le trait de côte actuel est, d'un point de vue géologique, une réalité très éphémère et qu'il ne devrait pas figurer sur nos cartes comme une limite importante. Les groupes qui s'intéressent à la cueillette d'information sur terre et au fond de la mer devraient être incités à collaborer le plus possible afin d'en arriver à mieux comprendre les processus impliqués et à mieux présenter les données recueillies..." Ce commentaire implique aussi qu'un certain regroupement des chercheurs serait souhaitable pour assurer la coordination des recherches.

Pour mener à bien de telles opérations, il faudra recourir davantage à de petites embarcations, à des méthodes géophysiques utilisables en eaux peu profondes, ainsi qu'à des techniques de plus en plus sophistiquées en télédétection (la bande d'ondes de 0.5 à 0.6 µm – jaune/vert de la lumière visible – pénétrera jusqu'à une profondeur de 50 m en eau limpide: l'absorption atmosphérique dans cette bande empêche l'observation à partir d'un véhicule spatial, mais un usage à faible altitude demeure peut-être possible). La Commission géologique aura peut-être à intervenir pour encourager de pareils efforts. L'implication des organismes canadiens s'occupant d'océanographie ou leur expérience de travail dans les zones littorales semblent assez négligeables et les techniques géophysiques sont assez spécialisées.

C'est un secteur auquel il faudra sans doute consacrer plus de personnel et plus d'énergie au cours des dix prochaines années; nous nous demandons si les ressources ne pourraient pas venir du programme océanographique qui dispose de moyens plus considérables.

### 5.3 La géologie et les ressources liées aux sols

Le matériau originel (formation géologique en surface) est un des principaux facteurs responsables des caractéristiques des sols pédologiques. Les levés pédologiques actuels commencent par un travail de "stratification", c'est-à-dire par la subdivision du territoire observé à partir de critères qui permettront de délimiter les grands groupes de sols à cartographier (Groupe de travail sur les méthodes cartographiques, 1981). Presque partout au Canada, la "stratification" est effectuée à partir de l'étude du

relief et des matériaux originels (formations en surface) ou "unités de terrain" (ibid, tableau 4, p. 20).

Les levés pédologiques, pour être utiles, doivent être assez détaillés (cf. Groupe de travail sur les méthodes cartographiques, 1981; tableau 2, p. 11), l'échelle de 1/100 000 ou des échelles plus grandes étant normales. Les coûts de tels levés ont entraîné, au cours des dernières années, une utilisation accrue d'images captées à distance, surtout de photographies aériennes. En même temps, l'aménagement plus intensif des terres requiert une accélération du rythme des levés – comme c'est le cas pour la cartographie des formations superficielles. En recourant aux méthodes de cartographie des sols les plus efficaces, on ajoute aux pressions pour obtenir une information géologique de base. Sur les photographies aériennes, le relief, les formations meubles et les unités de couvert végétal sont délimitées: ces éléments sont associés à des sols particuliers après vérification sur le terrain et à partir de l'expérience acquise par la personne qui effectue l'étude. Les cartes géologiques des formations en surface et les cartes de terrains – les principaux produits du programme de cartographie du Quaternaire – fournissent donc l'information nécessaire aux levés pédologiques modernes. Le levé pédologique, à son tour, sert de base à l'évaluation des possibilités biophysiques des terres de l'Inventaire des terres du Canada et à d'autres programmes d'évaluation des ressources terrestres.

La gestion des terres comprend, en plus de la délimitation des sols, une tâche qui prend de l'importance, soit celle d'évaluer l'érosion, ou le potentiel d'érosion des sols, en fonction de divers modes d'utilisation des terres (Parlement du Canada, 1984). En milieu naturel et forestier, il s'agit de procéder à une interprétation géologique ou technique de la performance des matériaux superficiels. Toute la question de la gestion des sols comporte donc un volet géologique distinct.

Dans certaines provinces, la mise en commun des compétences en interprétation requises pour la cartographie des terrains et celle des sols a entraîné la coordination des programmes de production de cartes des deux types et de confection de cartes d'interprétation des possibilités biophysiques des terres (la méthode de cartographie des ressources des terres du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique en est un exemple). Il faudrait peut-être envisager une plus grande coordination des travaux de cartographie géologique et pédologique dans l'ensemble du pays. C'est un changement qui sera peut-être difficile à gérer, étant donné les orientations traditionnellement différentes des levés géologiques (exploration minière, ingénierie) et pédologiques (agriculture, sylviculture) et la formation différente qui s'y rattache. Dans l'Ouest du Canada, toutefois, des pédologues s'occupant de levés pédologiques à des fins agricoles ont répondu favorablement à notre question concernant la collaboration avec la Commission géologique du Canada. Le Service de levés pédologiques de la Saskatchewan a conclu une entente avec des géologues du Conseil de recherche de la Saskatchewan pour réunir l'information géologique de base nécessaire à la cartographie des sols. Si de tels exemples de coordination se répandaient, les données géologiques seraient sans doute utilisées d'une façon plus systématique que par le passé et cela pourrait entraîner des réductions importantes des coûts pour l'ensemble des levés géologiques et pédologiques.

### 5.4 La chimie de l'environnement de surface

L'acidification de l'environnement de surface, qui résulte apparemment de la combustion d'hydrocarbures, a attiré l'attention, ces dernières années, sur l'importance et la sensibilité de l'environnement géochimique à la surface du globe (Parlement du Canada, 1981). En réalité, un grand nombre d'autres éléments de la géochimie de surface sont importants pour l'homme:

- les roches-mères influencent la fertilité du sol, en particulier la présence et la distribution d'éléments nutritifs (Chesworth, 1982);
- les matériaux superficiels et les déchets abandonnés en surface ont un effet important sur la qualité de l'eau;
- les matériaux superficiels peuvent avoir une influence sur la santé publique, surtout par leur influence sur la qualité de l'eau, les éléments ingérés et les problèmes de santé chroniques (cf. Kramer, 1982);
- les propriétés chimiques des matériaux superficiels sont un important outil de prospection (Shilts, 1976; 1984);
- les modifications des propriétés chimiques des matériaux superficiels peuvent entraîner des modifications de propriétés mécaniques qui ont une importance géotechnique.

Les propriétés chimiques des matériaux superficiels sont trop peu connues pour aider de façon efficace à contrôler ces effets.

Le programme d'étude de la géochimie des tills de la Commission géologique a entrepris d'inclure la caractérisation chimique des matériaux superficiels dans les travaux de routine de cartographie du Quaternaire; il s'agit là d'une initiative louable. La chimie des sols est complexe et, pour mener à bien un programme régional, il conviendrait de répondre à un certain nombre de questions:

- quelles sont les échelles géographiques de variabilité des éléments-cibles?

- quelles sont les affinités des éléments-cibles sur le plan de la stratigraphie et de la texture?
- quelle est la meilleure façon d'intégrer les données géochimiques aux autres données géologiques pour fins d'interprétation?

Le programme de levés a surtout été conçu en fonction des méthodes utilisées pour l'exploration minière. Les importantes études sur la géochimie des ressources réalisées dans le cadre de programmes relevant des Accords d'exploitation des minéraux ont permis d'acquérir une expérience intéressante de mise en commun des données régionales. Dans ce contexte, des réponses ont été trouvées aux trois questions posées plus haut (voir Shilts, 1984). Quand les techniques sont utilisées en fonction d'autres fins ou d'autres matériaux, on peut trouver d'autres réponses à ces questions. A nouveau, la Commission a commencé de faire des progrès dans l'application de la géochimie des matériaux de surface à la gestion de l'environnement (Card et autres, 1981; Shilts, 1981).

Il est probable que l'intérêt du public pour les aspects de la géochimie environnementale liés à l'écologie ou à la santé obligera à accorder beaucoup plus d'attention à cette question. Cet intérêt se traduira éventuellement par des demandes de gestion coordonnée de la chimie de l'atmosphère, des ressources hydrologiques et des matériaux de surface. Comme le cycle hydrologique est le principal facteur de mobilisation des éléments de surface, c'est un point de vue qui se défend. Toutefois, pour s'assurer de l'efficacité des réponses trouvées, plusieurs organismes du gouvernement – y compris la Commission géologique – devraient commencer dès maintenant de se demander comment on peut obtenir des données régionales comparables. En effet, pour disposer, au tournant du siècle, d'une base de données utilisable à des fins de gestion, il faudra avoir réussi, vers le début des années 1990, à définir de façon cohérente les mesures et les structures de données auxquelles on se référera, pendant la décennie suivante, pour l'utilisation des instruments, les levés et les méthodes de contrôle (indispensables pour les données atmosphériques et hydrologiques). Cela suppose la mise en oeuvre d'un programme dont plusieurs volets sont déjà en place; il faut toutefois déplorer l'absence de plan directeur.

C'est sans doute le plus grave problème qui se posera au secteur de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée de la Commission géologique au cours des 15 prochaines années. Le problème est délicat, complexe et exigera éventuellement une bonne dose de collaboration entre les organismes, ce qui peut amener, en ce qui concerne les méthodes de gestion des données et d'exploitation de l'information, à s'écarter complètement des voies traditionnelles. Il faudrait, pour commencer, viser à intégrer les recherches sur la chimie de l'environnement de surface au programme de cartographie régionale.

### 5.5 L'enregistrement géologique des changements environnementaux

Les changements climatiques sont le deuxième aspect majeur de la stabilité environnementale dont l'importance resulte de l'activité industrielle humaine. Selon l'opinion d'une majorité d'experts, l'activité humaine, au cours du siècle à venir, peut entraîner, à l'échelle mondiale, une hausse de la température moyenne de un ou quelques degrés (Celsius) (voir Liss et Crane, 1983, pour une étude approfondie de ces questions). Les conséquences pour le Canada – un pays nordique froid – peuvent être graves (Service de l'environnement atmosphérique, 1985, 1986), et le pays devrait pas conséquent poursuivre un programme de recherche vigoureux sur les conséquences régionales de changements climatiques. Cette approche serait assez différente de l'approche dominante actuelle qui vise à déterminer les moyens de contrôler le climat à l'échelle mondiale.

L'étude des changements climatiques ajoute au travail de la Commission géologique parce que l'étude rétrospective des climats représente une partie importante de la recherche. Les données enregistrées à l'aide d'instruments (depuis 100 à 200 ans tout au plus) ne conviennent pas à cette étude et les données antérieures sont inscrites dans la stratigraphie des sédiments à accumulation continue (voir Church, 1980, pour une présentation plus complète). Dans l'étude des environnements disparus, l'interprétation des sédiments comporte les deux volets suivants:

(i) l'évaluation des paramètres climatiques;
(ii) la reconstitution du couvert végétal et des conditions à la surface terrestre.

Le premier de ces volets a reçu une attention privilégiée; dans la mesure où la société et l'intérêt public sont directement concernés, le second est plus important.

Les problèmes d'administration et de gestion posés par l'éventualité d'un changement climatique seront analysés pour des intervalles de dix ans sur une période d'à peu près cent ans. Pour être utile à une analyse à cette échelle de temps, une recherche rétrospective sur la variabilité climatique doit disposer de données enregistrées sur une base annuelle. Les sédiments n'ont conservé de telles données qu'accidentellement, là où apparaissent des séries sédimentaires annuelles – malgré que la signature puisse être plutôt chimique que physique. A l'échelle des siècles, la végétation ligneuse et les glaces d'origine glaciaire sont habituellement des indicateurs plus utiles d'événements annuels (ce qui

ne signifie pas qu'il faille se désintéresser des sédiments). La réponse de l'environnement aux variations climatiques passées n'a toutefois été conservée que dans les restes fossilisés de débris animaux et végétaux, d'anciens sols et d'indicateurs d'érosion et de sédimentation. Il appartient au géologue d'étudier rétrospectivement les conséquences, à l'échelle régionale, des changements climatiques.

La plupart des travaux de recherche en géologie ont tenté d'expliquer le tempo des glaciations pléistocènes et les changements qui ont accompagné la période de transition entre le glaciaire et le post-glaciaire qui se situe entre 14 000 et 10 000 ans B.P. Les résultats aident à comprendre les facteurs qui, en dernière instance, contrôlent le climat. Mais cela ne nous aidera pas forcément à nous imaginer l'environnement qui sera le nôtre au Canada au cours du siècle à venir. Les évaluations actuelles des changements envisagés se comparent aux changements qui se sont produits pendant la période holocène. Le réchauffement de 2 à 4 degrés Celsius habituellement prévu provoquerait au Canada des conditions "hypsithermiques" (comme il y a environ 7000 ans B.P.) (si les réactions de la végétation terrestre à ces changements devaient tarder à se produire, il se pourrait que les événements se déroulent autrement).

Il semble que la Commission géologique devrait aller au devant des besoins d'information sur les réactions de l'environnement régional aux changements climatiques en cherchant à stimuler l'intérêt pour l'étude des environnements holocènes au Canada. Ce travail pourrait se faire avec la collaboration du groupe de scientifiques de la Sous-division de la paléoécologie de la Division de la science des terrains.

### 5.6 Les risques environnementaux: les processus géologiques holocènes

L'intensification du peuplement autour des principaux centres métropolitains du Canada a entraîné un déplacement des activités de construction vers des sites exposés à des risques environnementaux tels que glissements de terrain, inondations ou déferlement de vagues (sur les côtes). Certains centres de villégiature et des chalets occupent ainsi des sites exposés – supposément plus agréables. D'importants travaux d'ingénierie, y compris des routes principales, occupent des terrains escarpés et peuvent être exposés à des risques semblables. Les Canadiens exigent d'être très bien protégés contre les dangers naturels et s'attendent que les responsables de la sécurité publique assureront leur protection grâce à un mélange de règlements de zonage, de patrouilles de sécurité (sur les routes) et de constructions appropriées. Un grand nombre de ces dangers découlent directement de processus géologiques contemporains.

En plus de ces risques réels, un grand nombre de sites présentent des difficultés pour la construction en raison de leur topographie ou des caractéristiques des sols. Le pergélisol riche en glace, le muskeg et certains sols sensibles à l'érosion sous l'effet des pressions piézométriques en sont des exemples.

Les investigations géotechniques à l'échelle du site permettent d'identifier et d'évaluer les risques que présente n'importe quel projet. Cette tâche incombe au promoteur du projet ou aux organismes provinciaux ou municipaux qui émettent les permis ou sont investis d'un pouvoir de réglementation. En plus de fournir, à l'échelle régionale, l'information géologique qui servira aux investigations sur le site, la Commission géologique du Canada a un rôle important à jouer:

(i) il lui faudrait étudier et décrire les manifestations régionales caractéristiques des risques géologiques à la lumière des données sur la géologie du socle et des formations en surface, de l'histoire géologique récente et des phénomènes sismiques contemporains. Il s'agit là d'une contribution utile à la science et à l'enseignement de l'ingénierie au pays (par ex., Clague, 1982);

(ii) une part importante des investigations géologiques en surface devrait porter sur l'histoire et l'existence des sols sensibles;

(iii) dans le cadre de travaux de planification, il est souhaitable de connaître la fréquence régionale de certains types d'événements mais ils se produisent trop rarement à l'échelle d'un site particulier pour en dresser l'historique complet. A l'échelle régionale, la cartographie d'événements tels que les glissements de terrain majeurs et l'enregistrement des dates où ils se produisent ainsi que les études stratigraphiques d'événements qui se répètent (coulées de solifluxion) sont par conséquent les meilleures sources d'information pour l'évaluation des risques.

Ces questions nous amènent à parler de l'étude des processus géomorphologiques. Au niveau fédéral, il n'existe pas un seul organisme sérieux voué à de telles études et il semble peu probable qu'on songe à en créer un, ne serait-ce que parce que cela entraînerait des problèmes d'ordre administratif dans le secteur de l'eau. Des études de phénomènes relevant normalement de la géologie, comme la stabilité des sols et des versants, ont même été réalisées par plusieurs organismes fédéraux (Division des recherches sur le bâtiment du Conseil national de recherches; Section des neiges et des glaces de l'Institut national de recherche sur les eaux d'Environnement Canada; Commission géologique) ainsi que par divers organismes provinciaux. Il nous

apparaît souhaitable que la Commission s'intéresse aux aspects cartographiables et régionaux des risques associés aux versants et, par conséquent, aux corrélations avec la géologie et l'histoire quaternaire (cf. Mollard, 1977; Cruden, 1985). Le programme récemment mis en place pour étudier la fréquence régionale des grands glissements de terrain (par ex. Evans, 1984) et la réalisation d'importantes études du contexte géologique de certains risques (par ex. Eisbacher, 1979; Eisbacher et Clague, 1984, sur les coulées boueuses) sont des exemples du travail à faire.

La cartographie de la glace dans le sol et des sols sensibles à la pergélisolation est une tâche ardue. Mais, comme le pergélisol recouvre la moitié du Canada, c'est aussi une tâche importante. Dans une certaine mesure, l'interprétation géomorphologique peut donner de bons résultats; les méthodes géophysiques sont toutefois prometteuses et c'est peut-être dans la mise au point de techniques géophysiques de caractérisation régionale que la Commission devrait investir plus d'énergie.

### 5.7 Hydrogéologie

Les nappes phréatiques alimentent en eau domestique environ 25 % de la population du Canada. Dans les Prairies, elles représentent, pour l'agriculture, une source d'eau importante. En outre, l'étude des nappes phréatiques fournit d'excellents outils pour évaluer les changements environnementaux. Au Canada, on est arrivé à penser que l'environnement devrait être placé sous observation pour recueillir des données sur les conditions naturelles et pouvoir, par la suite, connaître les effets de la mise en valeur des ressources sur l'environnement. La meilleure façon de placer sous observation l'environnement géologique des formations en surface est de faire des recherches sur la provenance et la qualité des nappes phréatiques. A cette fin, des puits d'observation doivent être installés dans les principales nappes aquifères.

Jusqu'en 1966, la Commission géologique avait été, pendant de nombreuses années, responsable des recherches sur les nappes phréatiques au Canada. Depuis, elles relèvent de la Direction des ressources en eau d'Environnement Canada. Il n'y a jamais eu de programme systématique de cueillette de données sur les nappes phréatiques et, au cours des dernières années, les études géologiques sur la présence de nappes phréatiques n'ont pas occupé une place importante dans les programmes scientifiques fédéraux. Le contrôle exercé par les provinces sur les ressources en eau explique sans doute cette situation. Néammoins, l'enquête sur la politique fédérale relative aux eaux (Pearse et autres, 1985) déplorait l'absence presque totale d'études sur les nappes phréatiques.

Plusieurs des répondants à notre questionnaire mentionnaient que les études sur les nappes phréatiques devraient recevoir plus d'attention et que la Commission géologique était l'organisme tout désigné pour y voir. A la Commission même, on est aussi généralement d'avis que ces études auraient leur place dans les programmes de cartographie géologique du Quaternaire puisque la stratigraphie des formations en surface est alors l'objet d'un examen attentif. La relation étroite qui existe entre la présence de nappes phréatiques et un grand nombre de problèmes de géologie appliquée est un argument pratique en faveur de cette option.

Ceci nous amène à parler de l'épineuse question de la répartition des responsabilités entre deux secteurs scientifiques fédéraux, celui de l'hydrologie et celui des sciences de la Terre. Nous sommes plutôt d'avis que le contexte géologique et les implications techniques de la présence de nappes phréatiques font que les travaux d'identification et de reconnaissance à l'échelle régionale appartiennent bien au domaine de la géologie (cf. Mollard, 1970) mais que la gestion des nappes phréatiques demeure un secteur qui relève à la fois du fédéral et du provincial. Le domaine de la géologie s'étend aussi à la détermination de la qualité des nappes phréatiques pendant les investigations géochimiques régionales et à l'utilisation de méthodes géophysiques pour déterminer la présence de nappes phréatiques. Nous ne sommes pas en mesure de déterminer si cette répartition des tâches est possible d'un point de vue administratif; si on procédait à une telle répartition, la Commission géologique devrait obtenir des ressources humaines supplémentaires. Elles pourraient provenir d'un simple transfert d'effectifs du secteur fédéral d'études hydrologiques.

### 5.8 Les méthodes d'acquisition des données

Nous avons reçu des utilisateurs un certain nombre de suggestions concernant les secteurs possibles de recherche de la Commission géologique dans ce domaine, mais aucune de ces suggestions ne revenait souvent. En voici quelques-unes:

- étude des formations en surface par télédétection;
- techniques d'exploration minière;
- techniques de mesures en géophysique appliquée;
- interprétation de données géologiques;
- méthodes de datation.

La Commission géologique se sert beaucoup des méthodes en usage en télédétection (qui comprennent l'interprétation de photographies aériennes conventionnelles) et elle a participé à la mise au point de méthodes de télédétection

géophysique aéroportée. Depuis de nombreuses années dégà, des chercheurs ont tenté d'automatiser l'interprétation de photographies aériennes ou d'images recueillies par satellite en recourant à des techniques de classification des signatures spectrales de signaux réfléchis. Cette approche n'est pas encore suffisamment fiable à l'heure actuelle pour un usage de routine. A cause de difficultés d'accès particulières (section 5.2), la zone marine située en bordure des côtes peut être un terrain d'essai intéressant pour la mise au point de méthodes en télédétection.

Le programme d'étude de la géochimie des tills de la Commission géologique est une contribution au domaine des techniques d'exploration minière (cf. Shilts, 1984). Nous avons parlé de l'importance de ce travail dans le contexte plus vaste auquel il appartient (section 5.4) et nous nous attendons à des faits nouveaux de ce côté.

Les méthodes de mesure en géophysique appliquée ont aussi été l'objet de recherches importantes à la Commission géologique du Canada, surtout lorsqu'on y recourait pour cartographier le pergélisol et la glace dans le sol. Nous croyons que ce travail se poursuivra. Les zones marines situées en bordure des côtes pourraient, à nouveau, se révéler un lieu prometteur pour la mise au point de méthodes géophysiques pratiques.

Plusieurs utilisateurs demandaient des ressources pour l'interprétation de l'information géologique. Il s'agissait d'utilisateurs autres que les géologues – ingénieurs forestiers, planificateurs et autres responsables de la gestion des ressources – qui n'ont peut-être pas reçu une formation suffisante en géologie. Ils sont à la recherche d'une base systématique d'interprétation des cartes géologiques en fonction de leurs besoins d'information. Cette question nous semble mériter qu'on s'y arrête parce qu'elle renseigne en même temps la Commission géologique sur l'utilisation qui est faite de l'information géologique. Certaines techniques d'interprétation peuvent se ramener, dans certains cas, à des décisions semi-objectives (cf. Ryder et MacLean, 1980); d'autres exigent une part importante de discernement. Il semble assuré que tout le personnel affecté à la cartographie régionale – plutôt qu'à tout autre projet spécial – accordera à cette question un intérêt soutenu.

Le laboratoire de datation au carbone radioactif de la Commission géologique est le principal centre canadien de datation absolue de matériaux quaternaires. Un grand nombre d'utilisateurs considèrent qu'il appartient à la Commission de fournir un service de datation. Toute une variété de méthodes de datation valables sont apparues depuis quelques années. Les utilisateurs considèrent que la Commission géologique est la principale autorité scientifique canadienne qui devrait évaluer ces méthodes et faciliter l'accès à celles qui auront les applications les plus étendues.

Des compétences particulières sont requises pour le travail à entreprendre dans tous les secteurs mentionnés plus haut. Rien ne garantit que la Commission (ou n'importe quel autre organisme) pourra réussir une percée à un moment donné. La mise au point de nouvelles méthodes semble être un excellent moyen pour la Commission d'obtenir la collaboration de l'ensemble de la communauté géoscientifique du Canada. Nous aborderons à nouveau ce sujet dans la section 8.

### 5.9 Sommaire des recommandation sur les problèmes actuels

Cette section présente brièvement les principaux problèmes qui, selon nous, pourraient retenir l'attention de la Commission géologique pendant les dix prochaines années. Nous ajoutons quelques commentaires sur les ressources qui pourraient être disponibles pour s'y attaquer.

(1.1) La Commission géologique devrait continuer à considérer le programme de cartographie géologique régionale – et l'interprétation de l'histoire quaternaire qui s'y rattache – comme sa principale activité. Cependant, l'échelle des cartes devrait tenir compte du degré d'activité économique des régions canadiennes. Le choix final des échelles appropriées, pouvant atteindre 1/25 000 dans les secteurs métropolitains de recensement, devrait être fait après étude des normes relatives à l'information fournie par les cartes.

Cette recommandation n'aurait pas forcément d'effet sur les ressources affectées au programme régional mais elle entraînerait une nouvelle répartition du travail. La majorité des utilisateurs est d'avis qu'il faudrait augmenter le rythme de production du programme de cartographie régionale s'il y avait une augmentation des ressources totales disponibles à la Commission pour la géologie du quaternaire.

(1.2) Il faudrait se préoccuper davantage du littoral et des régions marines situées en bordure et chercher à dresser des cartes représentant à la fois les caractéristiques de la morphologie littorale et la géologie des formations en surface littorales et marines. Pour améliorer les méthodes de travail sur le terrain, il faudrait mettre au point des techniques recourant à la géophysique et à la télédétection et faisant usage de petites embarcations.

Cette recommandation entraînerait probablement à la Commission géologique une augmentation du personnel et du travail; il serait préférable, surtout

au début, de les consacrer à la mise au point et à l'évaluation des méthodes sans perdre de vue, avant de se mettre à l'oeuvre, qu'il s'agit d'établir des normes pour la cartographie.

(1.3) Il faudrait vérifier les possibilités d'une plus grande coordination entre la cartographie des sols et celle de la géologie quaternaire à l'échelle régionale. Dans une première étape, cette coordination pourrait prendre la forme de consultations entre la Commission géologique et le Service de relevés pédologiques du Canada.

Cette recommandation n'aura pas d'effet immédiat sur les ressources. Une coordination du travail modifierait sans doute la répartition régionale du personnel actuel. Si l'expérience était un succès, elle pourrait surtout occasionner un enrichissement des normes assurant la coordination de la cartographie dans plusieurs organismes (surtout provinciaux) plutôt que l'apparition de programmes distincts. Une recommandation semblable a été faite (officieusement) par Coope et autres (1983: p. 23).

(1.4) Les recherches sur la géochimie des formations en surface devraient faire partie du programme de cartographie régionale. A partir d'un examen des pratiques actuelles, il faudrait déterminer quels types d'information et quelles méthodes de cueillette, d'analyse et de compte rendu des données seront le plus couramment utilisées au cours des 15 prochaines années, en tenant compte des applications possibles à l'exploration minière et à la gestion de l'environnement.

Étant donné les compétences techniques actuellement présentes à la Commission, cette recommandation n'a aucune répercussion immédiate sur les ressources; cependant, elle peut avoir un effet sur les ressources engagées en cartographie régionale et, éventuellement, sur les ressources consacrées au travail de laboratoire ou sur divers spécialistes en géologie qui travaillent en ce moment à la Commission.

(1.5) La Commission géologique devrait intervenir pour que le nombre d'études sur les environnements holocènes au Canada augmente de façon sensible.

Nous abordons ici une question importante puisqu'elle apportera une contribution à l'analyse des conséquences qu'auront sur l'environnement les changements climatiques annoncés et les activités de mise en valeur des ressources. Le programme de cartographie régionale fournit l'information de base pour ce travail comme il le fait déjà pour l'interprétation de l'histoire du pléistocène. Les scientifiques du Quaternaire au Canada ont cependant pris l'habitude de traiter les événements holocènes comme s'ils appartenaient, de toute évidence, à l'histoire du pléistocène, un peu comme une précédente génération de géologues spécialisés dans l'étude du soubassement rocheux l'avait fait pour les phénomènes quaternaires. Cette recommandation implique en élargissement important de l'objet des études régionales et fera peut-être jouer à la sous-division de la paléoécologie un rôle plus central. Une réorientation des efforts individuels, plutôt qu'un ajout de personnel, ira dans le sens de cette recommandation, du moins au début (voir aussi la section 8).

(1.6) La Commission géologique devrait encourager l'étude, à l'échelle régionale, des éléments cartographiables des risques environnementaux associés à la géologie du socle et des formations en surface, et elle devrait, dans son programme de cartographie régionale, accorder un intérêt particulier à la présence de sols sensibles et de pergélisol.

Ce sont, ici encore, des investigations qu'il est préférable de poursuivre dans le cadre du programme de cartographie régionale. Elles auront vraisemblablement un effet sur le rythme du travail en cartographie et sur les compétences des géologues plutôt que sur la quantité de ressources requises. Il faudra une petite équipe d'experts pour encadrer le travail et mettre au point les méthodes. Les effectifs actuels semblent le permettre (voir aussi la section 8).

(1.7) La Commission géologique devrait songer à redonner une place plus importante à l'évaluation régionale des nappes phréatiques dans son programme de cartographie régionale, surtout dans les provinces des Prairies.

Cette recommandation a des répercussions, au niveau fédéral, sur l'organisation des études techniques relatives aux nappes phréatiques: y donner suite entraînerait un transfer de ressources humaines à la Commission. Cette éventualité nous semble logique à cause de la nature essentiellement géologique de ces travaux; toutefois, il n'appartient pas à la Direction de prendre une décision à cet effet.

Toutes les recommandations qui précèdent proposent d'attacher plus d'importance, en cartographie régionale, à l'interprétation et à certains objectifs spéciaux, et d'accorder plus d'attention à la publication de rapports régionaux complets (Mémoires) pour rendre compte des résultats. Cela peut donner l'impression que le rythme de travail s'en ressentira. Il n'est pas facile de se prononcer sur les meilleures façons de tirer parti du temps et des ressources dans les projets régionaux. Tout dépend de l'information dont

chaque région du pays a le plus besoin. Nous remarquons qu'il est plus facile de rassembler et d'interpréter une bonne part de l'information à partir de cartes de la plus grande échelle recommandée pour les régions habitées, là où les résultats sont les plus significatifs (cf. Armstrong, 1984, pour un exemple). La nécessité de prendre de telles décisions est une autre raison qui justifie la présence du personnel de cartographie régionale dans les régions sur lesquelles porte leur travail et l'établissement de liens étroits avec ces régions: la coordination de la cartographie des régions côtières et situées en bordure des côtes, en particulier, devrait être assurée par des groupes de projets travaillant à partir d'une base commune.

On pourrait objecter que la gamme des compétences exigées pour les travaux d'interprétation mentionnés ici est beaucoup trop vaste pour un seul géologue. Compte tenu de la primauté du contexte régional dans tous les travaux de la Commission, cet argument ne nous émeut pas. Ce point de vue implique à juste titre, cependant, que la Commission doit continuer de susciter l'intérêt de son personnel pour des sujets spécialisés et recourir à des spécialistes pour assurer une formation continue au travail. Nous parlerons à nouveau de cette question dans la section 8.

La première recommandation, sur la gestion du programme de cartographie régionale, est, de loin, la plus importante. Cependant, plusieurs des autres recommandations ont des conséquences d'ordre opérationnel, surtout pour la cartographie régionale, et elles affectent toutes la cartographie régionale. L'importance à accorder aux autres recommandations peut varier selon l'évolution des questions d'intérêt public au cours des dix prochaines années. Toutefois, les recommandations 1.4 et 1.5 – portant sur la stabilité environnementale à long terme – exigeront une attention soutenue et prudente si le pays veut se donner les moyens de bien gérer son environnement.

Une recommandation se dégage clairement des opinions des utilisateurs sur les tâches prioritaires à l'intérieur du programme régional:

(2.1) La Commission géologique devrait se préoccuper davantage de la cartographie des régions habitées du pays ainsi que de la compilation des cartes remises à jour pour les régions voisines des grands centres urbains.

Ceci correspond directement aux secteurs où l'information géologique quaternaire sera la plus utile et la plus rentable. Cette activité se réalisera en partie avec la collaboration des provinces.

## 6. L'ACCÈS AUX DONNÉES GÉOLOGIQUES

### 6.1 L'utilisation et la conservation des données: des changements qui s'imposent

Nous avons reçu quantité de conseils des utilisateurs à ce propos; presque tous soulignent que la Commission géologique devrait avoir recours à des techniques modernes de traitement des données pour permettre une diffusion des résultats plus rapide que par le passé, l'adoption de modes de présentation normalisés, une lecture mécanisée des données et la combinaison des observations sur le terrain et des interprétations géologiques. Cette question ressemble à une boîte de Pandore!

Vingt-six pour cent de nos répondants soutenaient que l'information réunie par la Commission géologique devrait être conservée dans des archives informatisées; 32 pour cent déclaraient que des banques de données devraient être créées pour les données de la Commission ou pour toutes les données géologiques à l'échelle nationale. Comme ces deux demandes ne se recoupent pas, 58 pour cent de tous nos répondants ont mentionné ces deux thèmes étroitement parallèles. Nous n'avions pourtant posé aucune question précise à ce sujet. Notre question 6(b) (annexe 2) – où nous demandions aux utilisateurs s'ils entrevoyaient la nécessité de 'moyens différents de présenter l'information en géologie' – les a mis sur cette piste. Nous avons aussi reçu, en réponse aux questions 3 et 7, des commentaires à propos du classement automatisé des données. Les commentaires venaient surtout de géologues et d'ingénieurs qui représentent 69 pour cent de nos répondants mais qui ont fourni 80 pour cent des remarques sur ce sujet. Les commentaires venaient de tous les coins du pays et de tous les secteurs d'emploi. Seulement 13 pour cent de nos répondants ont mentionné de façon explicite le besoin d'avoir accès aux données de base recueillies sur le terrain, mais il est évident, si on considère les remarques de la plupart des 58 pour cent de répondants déjà mentionnées, que ces derniers le souhaitent tout autant. De tous les sujets abordés par nos répondants, seule l'importance du programme de cartographie régionale méritait des commentaires supplémentaires. Il faudrait rationaliser cet intérêt pour les techniques de traitement des données.

Dans toute investigation géologique, il faut d'abord étudier la documentation existante, y compris les rapports publiés et les dossiers publics, et – de plus en plus – avoir accès aux observations faites sur le terrain et aux analyses de laboratoire dans leur version originale. Les synthèses géologiques présentées dans les rapports publiés et les dossiers publics servent de cadre de référence pour des recherches plus poussées. Pour mettre à jour une étude ou pour entreprendre des

investigations plus poussées, il faudrait toutefois que certaines observations faites sur le terrain et les analyses de laboratoire soient disponibles dans leur version originale afin de permettre une confrontation avec l'information recueillie pour une investigation particulière. Par conséquent, un répondant a mis l'accent sur le besoin d'un "...accès automatisé aux données spécifiques à un site, indépendamment de l'échelle de la carte. Le classement des données relatives au site selon des coordonnées (du système de référence des cartes militaires), permet la mise à jour et la révision fréquentes des tracés et des cartes automatisés. Si toutes les procédures de cueillette de données sur les ressources avaient recours à ce système de référence, l'intégration des bases de données serait beaucoup plus facile" (les parenthèses sont de nous). Aujourd'hui, en outre, dans un grand nombre d'études techniques ou d'études sur les possibilités des terres, il est souhaitable d'interpréter et de présenter l'information recueillie sur le terrain autrement que ne le fait une carte géologique conventionnelle. Cette constatation fait du sujet discuté dans ce chapitre une question particulièrement pertinente dans le domaine de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée, malgré qu'il s'agisse, en fait, d'un problème assez général.

L'information publiée est disponible dans les bibliothèques et les dossiers publics peuvent être consultés dans les bureaux des organismes ou obtenus de distributeurs privés. Les observations sur le terrain et les analyses de laboratoire, lorsque disponibles, devraient être conservées dans des banques de données.

A la Commission géologique du Canada, la plupart des informations originales se trouvent dans des carnets de notes de terrain ou de laboratoire auxquels il est impossible d'avoir accès en dehors de la Commission. A l'exception des importantes collections de donnés géochimiques et géophysiques, les méthodes élémentaires d'enregistrement et de conservation des observations faites sur le terrain n'ont pas changé depuis l'époque de sir William Logan. Jusqu'à tout récemment, les carnets d'opérations des fonctionnaires de la Commission aboutissaient dans un classeur central où on pouvait les consulter. (Les Archives publiques du Canada possèdent un grand nombre des plus anciens de ces carnets). Vers le milieu des années 1960, toutefois, l'avalanche de projets spéciaux et le développement rapide de la Direction, rendu nécessaire par la mise en oeuvre de ces projets, entraina l'abandon de cette méthode. Aujourd'hui, la plupart des carnets de notes restent aux mains des responsables d'équipes sur le terrain. Nous croyons que des tiers pourraient difficilement tirer parti de l'interprétation de ces données, même si elles étaient disponibles. (Il ne s'agit pas ici, contrairement aux apparences, de critiquer la façon d'agir des fonctionnaires; le recours de plus en plus fréquent à des expéditions de reconnaissance aéroportées est la principale cause de la disparition du traditionnel carnet de notes. L'appareil se déplace rapidement et les coûtes d'opération sont apparemment trop élevés pour permettre la rédaction d'un essai sur un affleurement; même une soirée arctique ne suffirait pas à rapporter par écrit la moisson d'images de la journée).

C'est une situation navrante. Les informations sont recueillies sur le terrain à des coûts élevés et devraient pouvoir être consultées en tout temps pour éviter les frais d'une nouvelle expédition. En fait, il y a bien des informations qu'on ne pourra cueillir à nouveau étant donné que les affleurements sont détruits et que les dépressions sont comblées. En outre, personne ne devrait considérer comme définitive l'interprétation d'une donnée qu'on vient juste de recueillir sur le terrain. Finalement, l'actuelle Loi sur l'accès à l'information gouvernementale semble exiger que les dossiers techniques originaux du gouvernement fédéral soient disponibles pour fins d'inspection.

Ce n'est plus dans les carnets d'opérations qu'il convient d'enregistrer une bonne partie de l'information. Les méthodes modernes de traitement des données permettent de mécaniser le transfert, la préparation, le stockage et l'analyse des données. C'est une façon efficace de traiter la plupart des dossiers en géophysique et en géochimie et un grand nombre de données sur les affleurements et les formations en surface pourraient subir le même traitement. Un répondant mentionnait une importante application des archives ainsi constituées: "Pour permettre l'intégration des données, la majeure partie de l'information géologique devrait se présenter sous forme numérique. Habituellement, la plupart des données recueillies par télédetection sont sous forme numérique. L'intégration des données est aujourd'hui indispensable pour élaborer une stratégie d'exploration". Un autre est plus laconique: "Quiconque travaille avec des cartes se devra d'utiliser des données compilées de façon électronique et d'utiliser l'ordinateur." L'information géologique subit ce type de traitement dans certains organismes provinciaux de levés. Le temps du changement est arrivé pour la Commission géologique.

### 6.2 Le flot des données: l'acquisition et la création de banques

Les utilisateurs admettent communément que la Commission géologique devrait normaliser la présentation des observations de base faites sur le terrain sous une forme déchiffrable mécaniquement

et mettre ces données en circulation avec les cartes géologiques. On suppose que les cartes d'entrée seraient remplies sur le terrain et confrontées plus tard avec les données de laboratoire. On croit pouvoir, de cette manière, accélérer la production des cartes et des rapports et conserver les données sous une forme qui en facilitera la consultation: "comme, inévitablement, le volume de données augmente sans cesse, il sera nécessaire d'y avoir accès plus aisément. Le progrès consisterait donc à améliorer les moyens d'accès à l'information existante non les moyens de recueillir différents types de données."

Un grand nombre de répondants ont suggéré de traiter de cette façon des éléments d'information spécifiques (en réponse surtout à la question 3). Les éléments d'information recueillis sur le terrain comprenaient la lithologie ou la lithostratigraphie des dépôts (mentionné plusieurs fois), les diagraphies de profils géologiques, la profondeur de la roche en place (plusieurs), la texture des dépôts et le sens de l'avancée glaciaire. Les données de laboratoire comprenaient les propriétés géochimiques du sol et de l'eau (mentionné plusieurs fois), la texture des dépôts (trois), les minéraux lourds (deux), la salinité du sol et la teneur en carbonate de calcium. L'information complexe demandée comprenait les propriétés géotechniques des sols, les caractéristiques des aquifères, les diagraphies des sondages géophysiques et les profils des terrains sous-marins. On peut imaginer qu'une bonne partie de cette information ne pourrait être d'une grande utilité à moins d'être le résultat d'une prospection détaillée; toutefois, un répondant mentionnait qu'une telle information conserve une valeur indicative même si elle n'est recueillie qu'à des fins de reconnaissance. En outre, l'ensemble de l'information disponible serait cumulative dans un système de conservation automatisé.

Il existe une très grande variété d'opinions chez les responsables d'équipes sur le terrain (et chez les géologues en général) à propos des avantages de cette méthode. Selon certains, lorsque le travail sur le terrain se réduira à "remplir des formules", le géologue perdra la possibilité d'intégrer des observations de types différents, de faire la synthèses des faits observés et de dégager sur le terrain des interprétations valables à l'échelle régionale. Si on considère la cartographie géologique du point de vue d'un technicien, de tels dangers peuvent exister, mais, pour un géologue professionnel, c'est une objection qui ne tient pas. On n'est pas justifié de supposer que toutes les informations recueillies sur le terrain devront être ramenées à des catégories préétablies et que les notes et les croquis du géologue n'existeront plus ou n'auront plus d'importance. On n'est pas justifié de supposer que les formules normalisées de données recueillies sur le terrain empêcheront de faire des observations. La figure 6.3 illustre deux de ces formules: une de ces formules a été conçue à la Commission géologique sans référence à aucune méthode particulière de cartographie; l'autre a été conçue au ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique en fonction de leur propre méthode de cartographie des terres (voir Ryder, 1986). Aucune des deux n'épuise la gamme d'observations souhaitables; aucune des deux n'empêche de prendre des notes.

Les formules de données recueillies sur le terrain peuvent, ou non, accélérer l'analyse subséquente et la diffusion de l'information géologique – cela dépend probablement de plusieurs étapes subséquentes du travail – et les utilisateurs ne devraient pas considérer la normalisation de la prise de notes comme une panacée pour les problèmes de transfert de l'information. Cependant, la normalisation des notes simplifiera énormément la création d'archives permettant l'accès du public à certaines observations de base et elle peut améliorer l'uniformité des méthodes d'enregistrement. Ce sont des objectifs souhaitables. Ils s'imposeront de plus en plus à mesure que certaines analyses géochimiques ou certaines mesures à caractère géotechnique seront intégrées à la cartographie régionale à de plus grandes échelles. Il faudrait adopter des méthodes efficaces d'enregistrement et de conservation des données à l'aide de machines en visant un certain degré de normalisation des observations sur le terrain et en cherchant à faciliter la consultation de ces données par les utilisateurs.

### 6.3 Le flot des données: le recouvrement

Des utilisateurs souhaitent avoir un accès direct aux données de la Commission géologique par le biais de terminaux d'ordinateur. Un utilisateur remarque: "étant donné les améliorations techniques actuelles, l'information géologique devrait être informatisée de manière à permettre à un utilisateur, où qu'il soit au Canada, d'être raccordé par téléphone au centre de calcul de la Commission géologique du Canada. On perd tellement d'argent et de temps à chercher une information cachée au fond des bureaux ou dans les unités centrales de traitement." Nous comprenons pareil sentiment. Il est toutefois curieux de constater qu'il s'accorde mal avec la réalité car les services bibliographiques directs sont apparemment sous-utilisés. Pour un grand nombre d'utilisateurs les coûts sont peut-être excessifs, et les usagers l'ont peut-être oublié en formulant leurs opinions.

Le Service de l'environnement atmosphérique a récemment décidé de facturer ses services pour récupérer les coûts de publication par ordinateur de données sur le climat. En outre, le principal rapport public sur les données climatiques canadiennes n'est maintenant publié que sur microfiches. La diffusion des données sur le climat est donc limitée à ceux qui ont accès à certains équipements ou qui ont les

moyens de payer le service. Certains utilisateurs de ces données, particulièrement les étudiants et les clients occasionnels, sont ainsi désavantagés. Selon nous, il faudrait éviter que pareille situation ne se répète avec les données portant sur la géologie de surface. Les données devraient être disponibles par le biais d'un équipement de type intermédiaire tel que le micro-ordinateur, et des documents imprimés devraient également être disponibles. Pendant un certain temps, ceci pourrait limiter l'utilisation d'une banque informatisée de données. Nous ne sommes pas sûrs de la rentabilité à court terme de l'opération. Il n'y a cependant aucun doute qu'à moyen terme ce sera le principal moyen de transfert de l'information.

Comme tout nouveau service d'information doit être mis à l'essai, nous sommes d'avis que la Commission géologique devrait commencer dès maintenant à élaborer un système généralisé et adapté de traitement des données qui permette éventuellement un accès direct à l'information en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée. La liste des informations demandées donnée à la section 6.2 est très longue. Certaines de ces informations sont déjà diffusées dans les publications spéciales de dossiers publics. Nous suggérons, de ne retenir, pendant la période de mise au point, que les données susceptibles d'être immédiatement enregistrées en codes compatibles avec les codes-machines sur le terrain ou au laboratoire. Ainsi, l'information enregistrée sur le lieu principal d'observation et sur les sites d'échantillonnage pourrait comprendre les éléments suivants (s'il y a lieu): coordonnées de l'observation, code de relief, sens de l'avancée glaciaire, texture et lithologie de la formation en surface (horizon C) (évaluation qualitative et quantitative, si possible), caractères chimiques des matériaux superficiels, stratigraphie (épaisseurs et textures), dernier code de traitement, codes correspondant aux échantillons prélevés. Ce sont, pour la plupart, des données qu'on pourrait normalement utiliser sans l'aide directe du responsable de l'équipe sur le terrain. Ces données diffèrent à peine de celles qui seraient enregistrées sur l'actuelle feuille de codage de la CGC illustrée à la figure 6.3a.

Jusqu'à maintenant, la Division de la science des terrains a acquis une certaine expérience en mettant au point un programme de gestion et d'analyse pour les données tirées de résultats de travaux de laboratoire sur la texture et les propriétés géochimiques (Burns, 1985). Ceci définit déjà, pour les échantillons, certaines normes minimales de description sur le terrain.

### 6.4 La structure de l'information en géologie: l'intégration des flots de données

Les structures de données géographiques (SDG) sont des modèles d'enregistrement d'information selon des coordonnées géographiques. Les données géologiques sont du même type; elles présentent toutefois plusieurs caractéristiques difficilement conciliables avec les actuelles banques de données informatisées.

(i) Certaines données sont liées à un point particulier, c'est-à-dire que l'observation est résumée par un seul nombre ou code en un point de l'espace géographique (par ex., une analyse géochimique; un gradient topographique).

(ii) Les données peuvent être "chorologiques", c'est-à-dire qu'on identifie une unité (supposément) homogène occupant un espace fini (formes du terrain ou unités de terrain; réseau d'affleurements d'une formation).

(iii) Les données peuvent être "stratigraphiques", c'est-à-dire qu'on enregistre, en un point de l'espace, une série de données qui varient selon la profondeur.

(iv) Les données peuvent être distribuées de façon linéaire, c'est-à-dire qu'elles varient de façon continue dans une (ou plusieurs) directions(s) géographique(s).

(v) Les données peuvent couvrir entièrement un espace géographique.

Les caractéristiques des données peuvent tenir davantage de la méthode d'observation que d'une propriété propre au phénomène. Par exemple, les données qui couvrent entièrement un espace géographique, comme l'intensité d'un champ magnétique, sont souvent recueillies par balayage linéaire aéroporté. L'évaluation du champ se fait par interpolation entre les lignes de balayage.

Les données de types (iv) et (v) peuvent être rendues compatibles avec les données de type (i) en ne retenant des valeurs que pour des points précis. On peut également rendre les données de type (iii) compatibles avec les données de type (i) en ajoutant un descripteur à l'emplacement géographique de laffleurement stratigraphique. Toutes ces données peuvent être intégrées à une SDG à matrice normale en x-y, quoiqu'il y ait un compromis à faire entre la densité des données (qui augmente la taille du fichier) et l'information conservée lorsque tout devient discontinu. Ceci devient une question de normalisation des données (section 6.6).

L'information de type (ii) est le produit classique des exercises de cartographie géologique – c'est-à-dire délimiter les secteurs de la surface terrestre présentant des caractères géologiques plus ou moins homogènes. La mise en mémoire de cette information est plus difficile que le stockage de

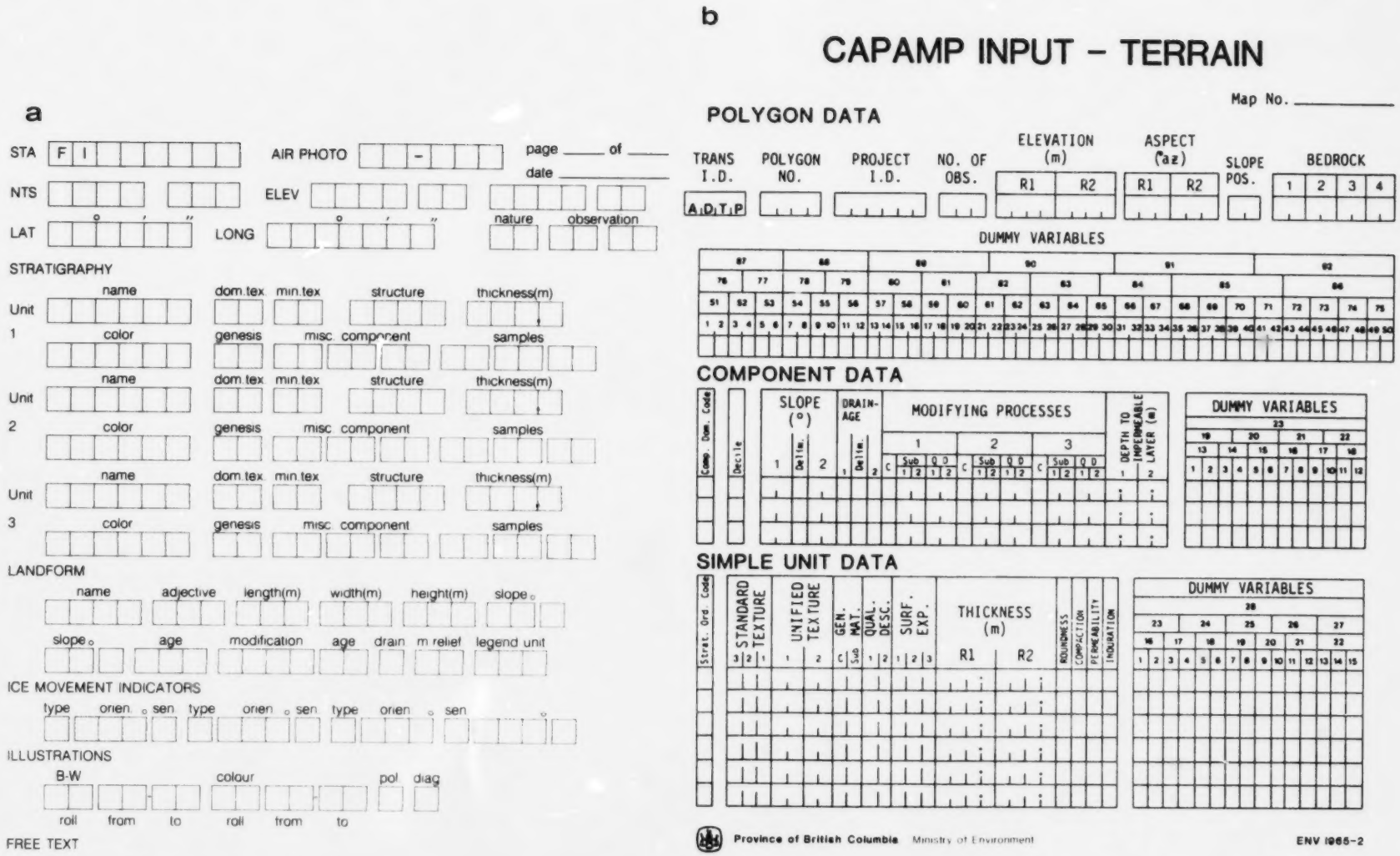



**Figure 6.3**. Exemples de formulaires d'enregistrement des données sur le terrain: (a) Commission géologique du Canada, (b) formulaire d'inscription de données du service d'analyse des terrains du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique.

données associées à des points particuliers et elle est à peine compatible avec lui. C'est pourquoi la mise au point d'une "structure de données géologiques" efficace, complètement automatisée n'est pas pour demain. Ceci devrait inspirer une certaine prudence dans l'élaboration de projets de banques de données informatisées pour le stockage de l'ensemble de l'information géologique. Mais ce n'est pas une raison de ne pas en tenir compte.

### 6.5 Les banques de données régionales

Selon la clientèle de la Commission géologique, cette dernière devrait prendre la direction des opérations en ce qui concerne la création de banques régionales de données – ou de systèmes de gestion des données – qui renfermeraient toutes les informations disponibles de toutes provenances. Il a été suggéré d'installer la banque centrale de données à la Commission géologique du Canada et de créer une banque régionale dans chaque province. Elles joueraient le rôle d'archives et offriraient des services de transmission par ordinateur et de reproduction de documents. Des dossiers analogues (par ex., des diagraphies de sondage) et des cartes pourraient alors être entreposés et distribués en même temps que les données numériques.

Ici encore, les usagers ne tiennent pas compte des coûts (on suppose que les banques seraient financées conjointement par le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux), et le rapport coût/bénéfice est donc difficile à établir. Facturer le service aux usagers aurait, ici aussi, un effet sur l'accessibilité du service et son efficacité réelle.

D'autre part, grâce à un tel service, les données géologiques disponibles seraient utiles à un plus grand nombre. Si les données fournies satisfont certaines normes d'échelle et de précision, ce service pourrait rendre inutile l'organisation de nouvelles et coûteuses expéditions sur le terrain. L'idée peut être pratique dans certaines régions ou dans certaines circonstances. Ainsi, un utilisateur remarque que: "la mise en valeur de la vaste région qui s'étend au large des côtes pose de nombreux problèmes techniques et la CGC, l'université et l'industrie continueront de s'y livrer à un important travail de cueillette et d'interprétation des données. Nous serons alors en présence de bases de données sans lien entre elles et de travaux répétés et coûteux de cueillette de données réalisées aux frais du contribuable, peu importe le responsable de la cueillette de données, à moins qu'une politique de coordination ne soit élaborée." La possibilité de créer des banques de données régionales devrait être étudiée plus à fond. Les coûts éventuels de l'opération dépendront des règles que les collaborateurs devront respecter pour la cueillette et la présentation des données, ainsi que par les faits nouveaux qui pourraient survenir à la Commission géologique en matière de création de banques de données. Nous reviendrons sur cette question à la fin de la section 7.

### 6.6 Normes et modes de présentation relatifs aux données géologiques

Les données destinées à être traitées, stockées et transférées mécaniquement doivent respecter certaines formes de présentation. En outre, si leur diffusion se fait à grande échelle elles doivent satisfaire certains critères de qualité (c'est-à-dire, surtout, échelle et précision). Un certain nombre d'usagers proposent que la Commission géologique prenne la direction des essais de définition de normes nationales pour la cartographie des formations en surface. Personne n'a cependant précisé ce qu'on attendait de la CGC. Indépendamment des exigences particulières des systèmes automatisés de traitement de données, l'adoption de certaines normes paraît souhaitable pour plusieurs raisons:

(i) elles serviraient à baliser le travail – et par conséquent les coûts – de cartographie d'une région donnée à une échelle donnée, contribuant ainsi à rationaliser l'élaboration d'un projet;

(ii) elles faciliteraient la coordination du travail de cartographie exécuté par plusieurs personnes, permettant d'inclure dans une base de données nationale les travaux réalisés sous contrat ou par le secteur privé, ce qui contribuerait à enrichir cette base de données;

(iii) elles serviraient de guide pour effectuer les généralisations appropriées lors de la production de cartes de synthèse régionales à petite échelle;

(iv) elles permettraient de simplifier l'apprentissage de l'interprétation des cartes géologiques par les utilisateurs autres que les géologues.

Le dernier point a été l'objet des commentaires de plusieurs utilisateurs. Par exemple, "il existe un besoin certain de moyens normalisés de présenter sur des cartes l'information recueillie sur le terrain. Le géologue professionnel peut se tirer d'affaires malgré les variétés de présentation mais ces dernières rendent la vie inutilement compliquée à celui qui n'est pas géologue."

Un certain niveau de normalisation des formes de présentation a fait son apparition pour la cartographie des terrains dans la mesure où le mode de représentation des terrains mis au point par Fulton (Fulton et autres, 1975) sert de base pour les légendes de cartes faites par d'autres (par ex., Rutter, 1977; méthode de classification des terrains de la Colombie-Britannique, Ryder, 1986). Il faut toutefois être conscient que la normalisation a des limites car la variation des terrains à travers le pays exige une certaine diversité dans la description des unités, comme c'est le cas pour les cartes géologiques traditionnelles. En Colombie-Britannique, les

légendes de cartes varient à l'intérieur des limites fixées par le Système de classification des terrains.

Au Canada, les géologues ont porté assez peu d'attention à la question de la normalisation de la cartographie. A la Commission géologique du Canada, la Division de la science des terrains a un Comité des légendes de cartes qui examine les cartes manuscrites pour s'assurer de la compatibilité de présentation des cartes géologiques des formations superficielles de la Commission. Le comité n'applique pas avec rigueur des règles uniformes et ne s'inspire pas vraiment d'une classification normalisée.

Les pédologues canadiens ont longuement considéré la question des normes de cartographie (cf. Valentine, 1981; Comité de travail sur les systèmes cartographiques, 1981). Leurs résultats s'expriment conventionnellement en termes de "densité des levés", indiquant le nombre de vérifications effectuées sur place par unité cartographiée (cf. Comité de travail sur les systèmes cartographiques, 1981, tableaux 2 et 3; leur tableau 2 est reproduit ici et devient le tableau 6.9). Il y a deux facteurs qui déterminent la densité des levés qui convient: "(i) le but dans lequel la carte est réalisée et, par conséquent, la précision avec laquelle les unités seront délimitées, et (ii) le territoire couvert ainsi que l'échelle de la carte.

L'intensité du travail sur le terrain exprimée en nombre de vérifications sur place n'est pas le seul élément à considérer en matière de normes de cartographie puisque la variabilité des paysages eux-mêmes déterminera la quantité de travail à investir pour obtenir une représentation cartographique d'une certaine précision. Si nous admettons que la précision atteinte dans un travail de cartographie devrait se rapprocher de l'échelle de la carte (pour les plus petites unités représentées sur le territoire de la carte), les échelles cartographiques dont nous avons parlé dans la section 5.1 doivent par conséquent être considérées dans les normes de cartographie.

Pour se faire une meilleure idée du rapport qui existe entre ces deux éléments, supposons que la dimension de la plus petite unité pouvant être normalement reportée sur une carte est de 2 mm. Dans ce cas, à l'échelle de 1/25 000, la dimension de la plus petite unité de terrain sera de 50 mètres, à 1/50 000, de 100 mètres et, à 1/500 000, de 1 km. Au-delà de l'échelle de 1/100 000, la plupart des unités reportées sur une carte auraient un caractère composite dans la plupart des régions du pays. Pour une carte de 50 x 50 cm, le nombre maximal d'unités serait de 60 000. Il est peu probable que ce nombre soit atteint mais il nous rappelle que les coûts de gestion des données influencent le degré de précision auquel on peut prétendre.

La seule façon d'en apprendre davantage sur la comparaison des normes cartographiques s'appliquant à différentes échelles semble être de faire des essais de cartographie à différentes échelles dans diverses régions et de comparer directement l'information enregistrée. Cet exercice n'a pas été fait au Canada (mais voir Valentine, 1981, pour un exemple avec des sols), mais nous croyons qu'il devrait l'être, ce qui permettrait de définir une base de référence relative à la "précision de la cartographie." (Nous doutons fort de la possibilité de résoudre ce problème à partir de solutions venues d'ailleurs parce que la nature du terrain peut influencer les résultats. En fait, il sera même nécessaire d'ajuster les résultats selon les régions, à l'intérieur du Canada; les normes – et même les critères – pour faire une carte dans les Cordillères seront différentes de celles qu'on utilisera dans les Prairies.)

La compétence en interprétation est une question connexe. Valentine (1978) a fait une expérience de cartographie comparée d'un terrain réalisée à partir de photographies aériennes à l'échelle de 1/20 000 et à partir d'images LANDSAT agrandies avec des spécialistes en interprétation expérimentés et novices. La qualité de l'image et les caractéristiques du terrain influençaient la qualité de l'interprétation mais, pour une image donnée, les variations, d'un expert à l'autre, étaient assez faibles. Les résultats indiquent que les caractéristiques du terrain auront une influence importante sur le travail de cartographie quand il s'agit d'atteindre un niveau de précision donné (relié à l'échelle de la carte). Le travail d'interprétation est difficile lorsque le terrain est couvert de forêts et que le relief varie de modéré à faible. Il faudrait faire plus d'essais de ce genre pour arriver à des conclusions qui permettraient de porter un jugement sur le travail de cartographie et les vérifications à effectuer au sol.

La forme de présentation de l'information géologique est une question encore plus difficile à traiter puisque le mode de représentation approprié peut dépendre à la fois de la nature des paysages et du but de l'étude. Les cartes à paramètre unique présentent peu de difficultés; à l'autre extrême, les synthèses géologiques complètes doivent tenir compte des contraintes imposées par le paysage. Au niveau intermédiaire des unités de terrain (voir la section 7.1), qui ont intéressé de nombreux utilisateurs d'information géologique (par ex., Rutter, 1977; Nasmith et Gerath, 1979; Gartner, 1981, 1984), il est possible que s'impose un ensemble de formes de présentation commodes à l'échelle nationale. Un groupe d'experts serait peut-être mieux placé pour obtenir une enquête.

Notre comité ne peut faire aucune recommandation finale à propos des formes de présentation et des normes relatives aux données portant sur la géologie des formations en surface au

**Tableau 6.9.** Recommandations relatives à la densité des levés[1]

| Caractéristiques spécifiques | | | | | Caractéristiques associées | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Niveau de densité | Règles concernant la densité | Méthode de vérification sur le terrain | Variations de l'échelle de la carte (et échelle habituelle) | Niveau appropriés de classification des sols (habituellement, phase de...) | Espace approximativement couvert par une personne pendant un mois (20 jours)* | Objectifs typiques des levés |
| 1 | Au moins une inspection** du sol par unité délimitée. Sur le iterrain, vérification des limites sur toute leur longueur en terrain découvert ou sur 30 % de leur longueur en terrain boisé (1-5)*** | À pied, sondages à des intervalles de 0moins de 0,5 km. Description des profils et prélèvement d'échantillons pour tous les sols. | 1/14 000 ou plus grande (1/5000) | Série | 50-1 000 ha | Informations devant servir à des fins diverses à l'échelle de petites fermes, de petits bassins hydrographiques, de réserves écologiques et de zones urbaines. |
| 2 | Au moins une inspection du sol dans plus de 90 % des unités délimitées. Sur le terrain, vérification des limites sur la majeure partie de leur longueur en terrain découvert ou sur moins de 10 % de leur longueur en terrain boisé (2-30) | À pied et en véhicule, sondages à des intervalles d'environ 2 km. Description des profils et prélèvement d'échantillons pour tous les principaux sols nommés. | 1/5 000 à 1/40 000 (1/20 000) | Série ou famille | 500-6 000 ha | Informations devant servir à des fins diverses à l'échelle de l'aménagement local d'un ensemble de fermes, de bassins hydrographiques, de grandes zones urbaines ou de petits parcs nationaux. |
| 3 | Au moins une inspection du sol dans la plupart (60-60 %) des cunités délimitées. Vérification des limites effectuée sur le terrain à quelques endroits mais tirée surtout de l'analyse de séries de photographies (20-200) | À pied et surtout en véhicule, sondages à des intervalles pouvant atteindre 4 km. Description des profils pour tous les principaux sols nommés; prélèvement d'échantillons pour la majorité des sols. | 1/30 000 à 1/130 000 (1/50 000) | Série, famille, ou sous-groupe | 20-200 km$^2$ | Informations devant servir à des fins limitées à l'échelle de régions agricoles, de travaux d'aménagement rural, de grands bassins hydrographiques et de grands parcs nationaux. |
| 4 | Au moins une inspection du sol dans 30 à 60 % des unités délimitées. Presque toutes les limites sont établies à partir de photographies aériennes (100-1 000) | Avec un véhicule terrestre, sondages à des intervalles pouvantatteindre 8 km. Hélicoptère utilisé à certains endroits. Description des profils pour tous les principaux sols nommés; prélèvement d'échantillons pour la majorité des sols. | 1/50 000 à 1/300 000 (1/100 000) | Famille ou sous-groupe | 75-500 km$^2$ | Informations devant servir à quelques fins à l'échelle de grands régions agricoles, de projets régionaux ou provinciaux, de très grands bassins hydrographiques. |
| 5 | Au moins une inspection du sol dans moins de 30 % des unités délimitées. Toutes les limites sont établies à partir de photographies aériennes (1 000-20 000). | Tous les sondages sont effectués avec un véhicule, à des intervalles pouvant atteindre 20 km. Un avion ou un hélicompère peut être indispensable dans certains secteurs. Description des profils pour les principaux sols; prélèvement d'échantillons pour les sols les moins importants. | 1/100 000 ou plus petite (1/250 000) | Sous-groupes, grands groupes ou ordres | 250-800 km$^2$ | Information devant servir à quelques fins générales, dans le cadre de grands projets régionaux ou provinciaux. |

* Le travail accompli comprend la mise au point de la légende, les vérifications, les corrélations et les descriptions de sols, ainsi que la cartographie.
** Le terme "inspection" est défini à la section 3.5.
*** Nombre approximatif d'hectares couvert par une inspection au sol.
[1]Groupe de travail sur les systèmes cartographiques (1981, tableau 2).

Canada. Les premières dépendront dans une large mesure des décisions qui seront prises quant à la forme de traitement automatisé des données. Quant aux normes, nous ne disposons pas de toute l'information nécessaire. Nous croyons que le sujet est important pour une variété de raisons très valables et nous appuyons la proposition que la Commission géologique du Canada devrait assumer la coordination d'un vaste travail de définition de normes de cartographie valables à l'échelle nationale et de normes relatives au choix des données pouvant se prêter à une normalisation.

### 6.7 L'accès aux données géologiques: un résumé de la situation

Les réponses des utilisateurs indiquent clairement qu'ils souhaitent la création de banques de données pour les observations recueillies sur le terrain et la transmission automatisée de l'information. Ils font également ressortir la nécessité d'une diffusion plus rapide des données recueillies sur le terrain et semblent considérer les installations de stockage de données comme un moyen d'y arriver. En résumé, on semble généralement d'avis qu'en soumettant un grand nombre de données géologiques au même traitement que les données géophysique paramétriques, la cohérence, la mise à jour et l'accessibilité de l'information seraient mieux assurées. Les innovations proposées pourraient permettre à la Commission géologique de retrouver le contrôle de ses archives de données primaires.

Tout ceci ne devrait pas faire oublier que les données géologiques sont complexes et qu'elles ne peuvent être entièrement ramenées à des codes d'ordinateur. Les changements introduits dans la gestion des données devraient évoluer et accorder la primauté à la sauvegarde du contenu informatif des observations. Toutefois, le traitement des données et les techniques de communication ainsi que l'adoption de ces techniques par les utilisateurs évoluent si rapidement que la Commission géologique doit se décider à agir maintenant pour pouvoir tirer parti des nouvelles technologies.

La Commission devrait en outre assurer la coordination des changements visant l'adoption éventuelle de normes d'acquisition et de présentation des données. Au-delà des contraintes imposées par les nouvelles technologies, il y a des motifs valables de se livrer à un tel exercice.

Dans la prochaine section, nous considérons plus longuement les fondements d'un recours efficace aux technologies de la communication et nous ferons nos recommandations à la fin de cette section.

## 7. L'ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES ET L'INFORMATION EN GÉOLOGIE

### 7.1 La cartographie de la géologie des formations en surface à la Commission géologique: les différentes approches

La présentation de la "géologie des formations en surface" dans les cartes de la Commission géologique du Canada a varié selon les travaux qui ont donné lieu à la production de ces cartes et selon les traditions en vigueur. Indépendamment des ajustements faits pour faciliter la représentation de certains paysages, il existe deux grands "styles" de cartes. La figure 7.4 en fournit des exemples.

Le premier "style" cartographique adopté pour les formations en surface est le même que celui qu'on utilisait pour dresser une carte de la géologie du socle. Les unités lithostratigraphiques sont identifiées puis le réseau des affleurements est cartographié. Des profils stratigraphiques peuvent servir à illustrer les matériaux sous la surface. Un tableau de corrélation donne des équivalences chrono-stratigraphiques plus ou moins précises (figure 7.4a). Le style a été emprunté directement à la cartographie du socle lorsque le programme de cartographie régionale des formations en surface a été créé à la Section de la géologie du Pléistocène de la Commission géologique après la deuxième guerre mondiale. La carte est une "carte géologique" classique à laquelle est intégrée de l'information sur les équivalences stratigraphiques et l'histoire géologique. Pour le géologue professionnel, c'est la synthèse logique d'une étude régionale. Toutefois, pour les autres utilisateurs à la recherche d'une information descriptive particulière portant sur des portions du territoire cartographié, la carte est difficile à interpréter parce que la synthèse considère comme implicite une bonne partie de l'information descriptive recueillie sur le terrain. C'est en particulier le cas pour les cartes des dépôts quaternaires qui, n'ayant pas subi de modifications (ou si peu) après leur mise en place, demeurent très variables même à l'intérieur d'un tableau d'équivalents stratigraphiques. La légende de la figure 7.4a l'illustre bien (même si, évidemment, une carte à plus grande échelle comporterait un plus grand nombre d'unités et simplifierait le problème).

Pour présenter une information plus descriptive sur les conditions du terrain en vue d'une application directe à la gestion des terres, un "style" de carte différent est apparu. Le terrain cartographié est divisé en unités descriptives, habituellement délimitées à partir du relief et de la texture des matériaux. Ces critères conviennent à l'interprétation de photographies aériennes utilisée pour couvrir assez rapidement de vastes régions isolées. La Commission géologique a expérimenté pour la première fois cette approche dans le cadre

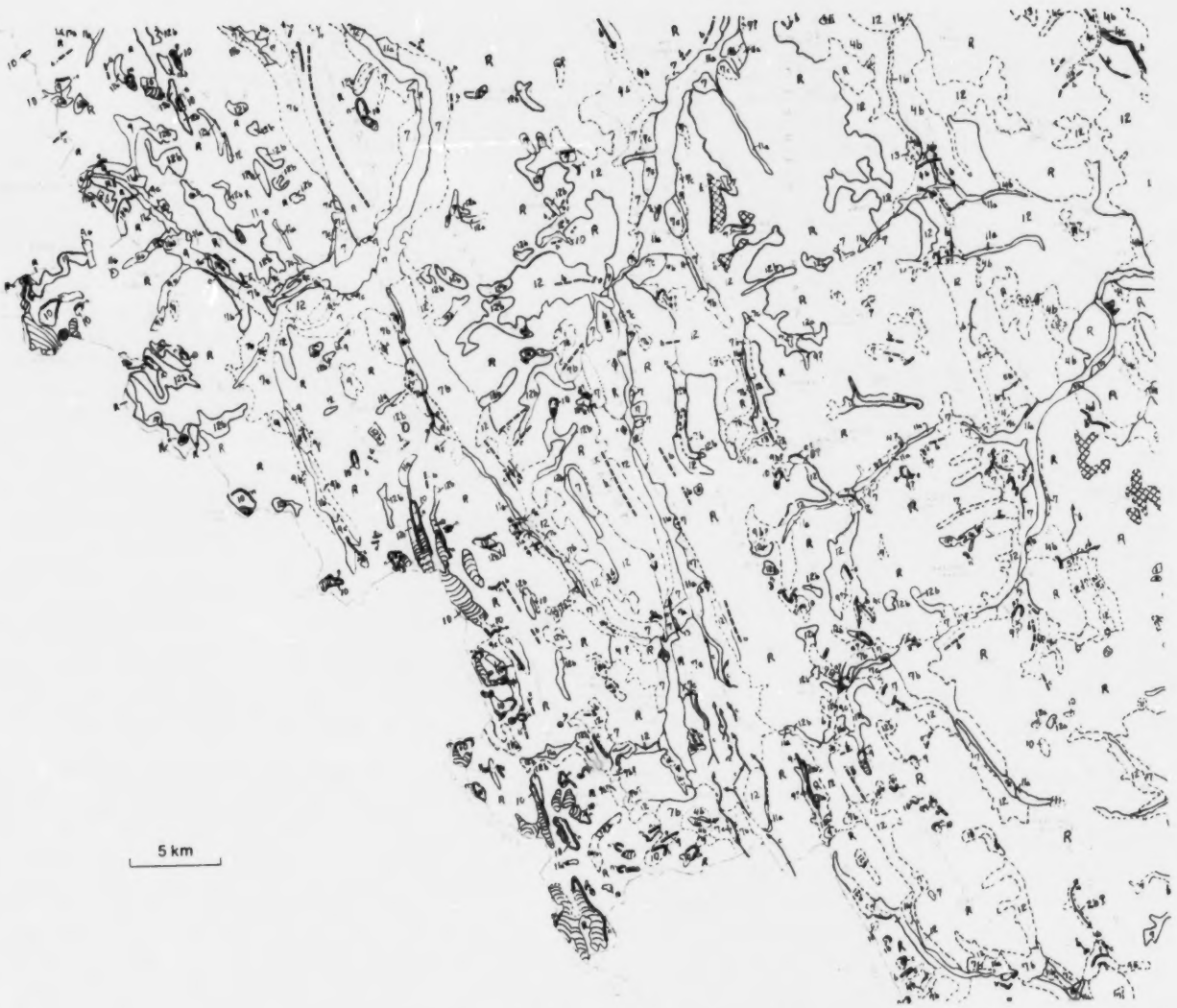



**Figure 7.4a.** La géologie des formations en surface (Jackson, 1983).

d'un important projet entrepris pour répondre à une demande d'information devant servir à la gestion de ressources forestières au Labrador. Il fallait des cartes présentant des unités de terrain qui pourraient correspondre au réseau des unités de gestion. Cette approche s'est vite répandue lorsque la Division de la science des terrains a entrepris toute une série de projets spéciaux peu après 1970: ces projets concernaient surtout la mise en valeur des ressources ou des couloirs de transport – avant tout dans la vallée du Mackenzie (cf. Hughes et autres, 1973; Rutter et autres, 1973) – et, pour évaluer les possibilités d'utilisation des terres, il fallait recourir à une information descriptive du territoire. La nature descriptive des cartes rendit possible une production rapide: les cartes du couloir de transport du Mackenzie, entre autres, furent disponibles quelques mois après la fin des travaux sur le terrain et furent immédiatement utilisées pour des études de faisabilité technique et des études d'impact sur l'environnement. Pour les mêmes raisons, les organismes provinciaux ont adopté, depuis une vingtaine d'années, des approches comparables pour cartographier les matériaux superficiels. La partie la plus ambitieuse de ce type de projet fut les études de géologie appliquée en Ontario (Gartner et autres, 1981; Gartner, 1984).

Dans le secteur de la gestion de l'environnement, d'autres disciplines ont aussi envisagé, pendant cette période, de cartographier les caractéristiques des terrains. Comme il est admis que les données appréciatives concernant les terres dépendent de plusieurs facteurs, on a mis au point des méthodes de classification en fonction de paramètres multiples où les caractères géologiques des terrains sont plus ou moins en évidence (cf. Lacate, 1969; Jurdent et

SURFICIAL DEPOSITS

NONGLACIAL ENVIRONMENTS

13 Organic deposits: bog, swamp and ephemeral lake deposits composed of peat and organic and inorganic silt and clay, 1 to 10 m or more thick.

12 Colluvial deposits: nonsorted debris, ranging from clay to boulders in texture, solifluted, washed or tumbled into place from up slope areas; thickness ranges from less than 1 m on upper slopes to 10 m or more near slope toes; 12a, rock glaciers: slowly moving spatulate or lobate bodies of ice cored or ice cemented, angular and coarse rock rubble restricted to high alpine valleys; 12b, talus deposits: aprons or cones of coarse rubble accumulated through episodic, free falling and cascading of rock fragments from adjacent steep slopes and cliffs.

11 Fluvial deposits: gravel, sand and minor deposits of silt and clay, 1-30 m thick, deposited on floodplains or alluvial fans; 11a, modern alluvium, seasonally flooded; 11b, terrace deposits above the present floodplain or active parts of alluvial fans.

GLACIAL AND PROGLACIAL ENVIRONMENTS

Neoglacial Deposits

10 Neoglacial drift: sandy bouldery till lateral and end moraines adjacent to cirque glaciers and related minor deposits of sand and gravel.

Glacial Episode 4

9 Eisenhower Junction Drift: calcareous, stony, sand to clay loam-textured till and minor deposits of sand and gravel, restricted to areas adjacent to the Continental Divide (distinguished from the Bow Valley and Canmore tills by geomorphic relationships); 9a, hummocky moraine: hummocky till and kame deposits; 9b, discontinuous ground moraine: patches of till and minor sand and gravel interspersed with outcropping bedrock; 9c, outwash deposits: terraced or planar deposits of sand and gravel.

8 Midnapore Silts: sands and silts deposited in a lake ponded by the Laurentide Ice Sheet. It is entirely restricted to the Bow River Valley in the vicinity of the Midnapore district of southeast Calgary below 1035 m elevation.

7 Canmore Drift: stony till, glaciofluvial and glaciolacustrine deposits directly underlying valley bottoms and margins over most of the Rocky Mountain Front Range. It can only be distinguished from nearby deposits of Eisenhower Junction and Bow Valley drifts through geomorphic or stratigraphic relationships; 7a, hummocky moraine: hummocky till and kame deposits; 7b, discontinuous ground moraine: scattered areas of till and minor sand and gravel scattered in predominantly bedrock areas; 7c, outwash deposits: terraced, planar, or locally pitted deposits of sand and gravel; 7d, associated minor lacustrine deposits: fine sand, silt and clay; 7e, undivided.

Glacial Episode 3

6 Sheep River Silts and Clays: laminated to thick bedded clayey silts, silty clays and fine sands deposited in proglacial lakes in the Fish Creek, Sheep River and Highwood River drainage basins above 1035 m elevation; 6a, discontinuous deposits.

5 Erratics Train Drift: slightly stony, clayey loam and silty loam-textured till of mixed Rocky Mountain and Laurentide provenance, 1-10 m thick, includes minor kame deposits of sand and gravel. It can be distinguished from Bow Valley Drift by the presence of up to 1 per cent granitic and metamorphic clasts North of the Highwood River it grades continuously westward into Bow Valley Drift; 5a, hummocky ground moraine: hummocky till and poorly sorted sand and gravel; 5b, discontinuous ground moraine: patches of thin till in areas of bedrock or colluvium-mantled bedrock; 5c, kame deposits: ridged deposits of sand and gravel.

4 Bow Valley Drift: Slightly stony or stony sandy loam to clay loam till and associated glaciofluvial deposits, 1-5 m thick, entirely of Rocky Mountain provenance includes deposits of the correlative Ernst Till and related deposits in the Livingstone River basin, grades continuously eastwards into the Erratics Train Drift. Bow Valley Drift totally lacks granitic or metamorphic pebbles in its till or outwash; 4a, hummocky greund moraine; hummocky deposits of till and kame deposits; 4b, discontinuous ground moraine; thin, discontinuous patches of till scattered over exposures of bedrock or colluvium-mantled bedrock; 4c, outwash deposits; 4d, undifferentiated deposits of till and glaciofluvial sediments.

Glacial Episode 2

3 Chain Lakes Clays and Silts: laminated clays and silts and minor gravels 1-30 m thick; confined to elevations above 1300 m in the Willow Creek drainage basin; 3a, thin discontinuous silts and clays in an area of Maycroft or Maunsell drift or bedrock.

2 Maycroft Drift: stony, clayey loam, silty loam and loamy till of Rocky Mountain provenance and related glaciofluvial deposits, 1-10 m thick. Till lacks granitic or metamorphic clasts; 2a, hummocky moraine; hummocky till and kame deposits; 2b, discontinuous ground moraine: patches of till in areas of bedrock or colluvium-mantled bedrock; 2c, outwash: terraced or planar deposits of sand and gravel.

1 Maunsell Drift: slightly stony, clay loam till of Laurentide provenance and minor glaciofluvial deposits; granitic and metamorphic pebbles may comprise 20 to 50 per cent of till clasts; 1a, discontinuous moraine: patches of thin till in an area of colluvium mantled bedrock; 1b, hummocky moraine; hummocky till and kame deposits; 1c, kame deposits.

PRE-QUATERNARY

Precambrian to Tertiary

R Bedrock, undivided.

Oriented feature, direction unknown

Streamlined bedrock feature: direction unknown; direction known

Lateral moraine

Slope break

Glacial drainage course

Ice carved bedrock basin

Landslide: arrows show direction of movement

Glacier

Patterned ground

Areas known to be beyond the limits of glaciation

Boundary: defined; approximate; gradational; inferred

Symbol designation (used with morainal, stream and directional features): n - neoglacial; e - associated with the Eisenhower Junction Drift; c - associated with Canmore Drift; b - associated with Bow Valley and Erratics Train Drift; m - associated with Maycroft and Maunsell Drift

CORRELATION CHART

| Glacial Episode | Provenance | | |
|---|---|---|---|
| | Rocky Mountains | Mixed | Laurentide |
| Neoglacial | Neoglacial | | |
| Episode 4 | Eisenhower Junction Drift, Canmore Drift | | Midnapore Silts |
| Episode 3 | Bow Valley Drift | Erratics Train Drift | None recognized in the map area |
| Episode 2 | Maycroft Drift | | Maunsell Drift |

A fragmentary record exists for Glacial Episode 1. This primarily consists of erratics located in the Porcupine Hills above the limits of the deposits of Glacial Episode 2.

**Geology by L.E.Jackson Jr. 1974-1976**

**Figure 7.4a (cont'd.)**

**autres, 1976, parmi les exemples canadiens). La figure 7.4b donne un exemple d'une classification des terres selon plusieurs paramètres couramment utilisée par la Commission géologique. Elle conserve un caractère essentiellement géologique puisque les unités sont définies en fonction de processus génétiques (Fulton et autres, 1974). Néanmoins, aucun principe stratigraphique ou chronologique ne guide de façon systématique la cartographie, de sorte que le caractère géographique de l'exercice prédomine.**

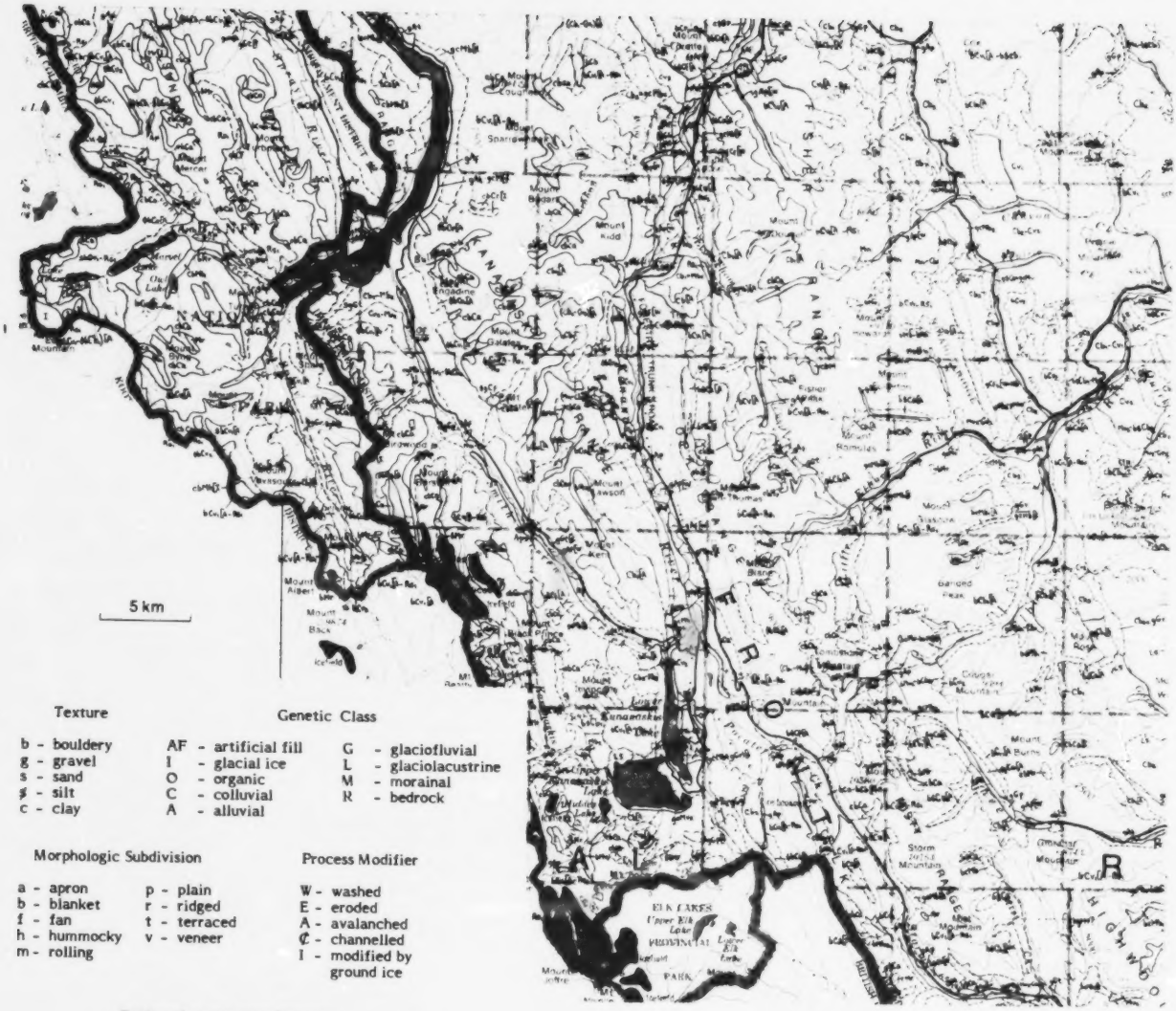
**Il ne semble pas qu'à la Commission on ait tenté de réconcilier ces deux approches dans la cartographie des formations en surface. En fait, le comité a découvert que, dans une certaine mesure, des groupes s'obstinent à défendre des visions théoriques contraires à propos du style le plus approprié aux cartes produites par la Commission. Cette situation découle, en partie, de l'histoire de la cartographie géologique du Quaternaire à la Commission (section 2.2). Cependant, elle reflète**

| | Deposit Name | Material | Thickness (m) | Topography | Slope (degrees) | Comments[1,2] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AF | artificial fill | diamicton | 0-5 | parallel to underlying topography; fills in low areas; forms artificial hills | <5 | highly variable – ranges from engineered fill to buried inorganic and organic refuse |
| I | glacial ice | may be partly covered by bouldery rubble | | cirque glaciers or complexes of cirque glaciers | | may be subject to sudden calving, collapse, or jökulhlaups |
| LS | landslide | broken masses of bedrock | <1, >10 | undulating or hummocky | 0-25 | may be creeping or subject to reactivation or inundation by new landslides |
| Cb | colluvial blanket | diamicton; poorly sorted stony sands and silty clays | >1 | parallels underlying surface | 0-5 | USCS – ML–CL; low erosion and slope stability hazard; supports commercial and noncommercial forest, pasture |
| Cv | colluvial veneer | as above | <1 | as above | 0-5 | as above |
| $Cb_2$ | colluvial blanket on $s_2$ bedrock slopes | diamicton to very stony, poorly sorted stony sands and silts, local lenses of poorly sorted gravels | >1 | as above | 5-25 | as above; erosion hazard increases with slope |
| cbCa | talus | bouldery rock rubble | 0-10 | aprons or cones along the base of a $s_1$ bedrock slope | 25-38 | subject to rockfalls from adjacent cliffs; constituent material near the angle of repose |
| Cf | colluvial fan | diamicton, bouldery rock rubble, poorly sorted gravel | 5-25 | cone or fan | 4-25 | USCS – GW, GM; subject to invasion by flood and debris flows and snow or rock avalanches; land use commercial or noncommercial forest |
| cbCa [I] | rock glacier | bouldery rock rubble and interstitial ice or ice core | >1 | lobate with longitudinal and transverse ridges on surface | >5 | may be in slow downhill motion and in the process of slow collapse due to meltout of ice core |
| Ap | floodplain | sand and gravel and minor silt; clay and organic deposits | >1 | plain | <1 | subject to periodic flooding and lateral migration by streams |
| At | alluvial terrace deposit | as above | >1 | terrace and scarp | <1,>10 | highly permeable; usually good sources for sand and gravel |
| Af | alluvial fan | gravel, sand, diamicton | 0->20 | fan or cone | 1-12 | may be incised and inactive except for channel; active fans subject to flooding, lateral migration by streams, debris flow |
| Gr | kames and eskers | sand and gravel | 1->10 | ridges or isolated hills | 0-15 | USCS – G, S; highly permeable; source areas for sand and gravel |
| Gp | outwash plain | as above | 1->10 | flat or terrace and scarp | <1 | as above |
| Lm | rolling glaciolacustrine plain | fine sand, silt, and clay | >1 | flat to undulating | 1-5 | USCS – MH to CH soils in Prairies and easternmost Foothills; ML to CL soils in the Foothills and Front Ranges; LL 32-66%; PI 12-43%; UCS 15-45 psi; PR 10-34 blow/ft; WD 120-125 pcf; SPD 91-100 pcf; OPM 22%; low permeability |
| Mb | morainal blanket | till | >1 | parallels underlying surface | 0-5 | USCS – ML and CL soils; LL 30-42%; PI 15-25%; UCS 31-43 psi; PR 31-35 blows/ft; WD 128-134 pcf; OPM 12-18%; permeability low |
| Mv | morainal veneer | till | <1 | as above | 0-5 | as above |
| $Mv_1$ | morainal blanket | till | <1 | as above | 15-35 | as above |
| Mh | hummocky moraine | till, minor sand, and gravel | >2 | complexes of rounded hills | 0-15 | complex stratigraphy |
| Mr | ridged moraine | bouldery till | 0-8 | ridged lateral or end moraine | 0-25 | very stony and low in plasticity; high elevation and rugged topography restrict land use; may contain buried ice near glaciers |
| R | bedrock | sandstone, shale, limestone, dolostone, quartzite, minor coal and conglomerate | | | | |

[1] USCS – Unified Soil Classification System; LL – liquid limit; PI – plasticity index; UCS – unconfined compressive strength; PR – penetration resistance; WD – wet density; SPD – Standard Proctor density; OPM – optimum Proctor soil moisture

[2] Test for easternmost Foothills and Prairies parts of the study area except where specifically indicated

**Figure 7.4b.** L'inventaire des terrains (Jackson, 1986) pour une partie du territoire représenté par la carte des lacs Kananaskis (NTS 82J) et exemples d'unités utilisées dans les légendes.




Texture

| | | | |
|---|---|---|---|
| b - bouldery | AF - artificial fill | G - glaciofluvial |
| g - gravel | I - glacial ice | L - glaciolacustrine |
| s - sand | O - organic | M - morainal |
| ʒ - silt | C - colluvial | R - bedrock |
| c - clay | A - alluvial | |

Morphologic Subdivision

| | | |
|---|---|---|
| a - apron | p - plain | W - washed |
| b - blanket | r - ridged | E - eroded |
| f - fan | t - terraced | A - avalanched |
| h - hummocky | v - veneer | ℄ - channelled |
| m - rolling | | I - modified by ground ice |

Explanation of Letter Notation

A combination of letters is used to designate each map unit or component of compound map units, e.g. Ap. The upper case letter indicates the broad genetic class. The lower case letter(s) that generally follows indicates morphology. The texture of most map units is implicit in the genetic type (see 'material'); textural modifiers are utilized where closely spaced sampling and abundance of exposures permit a greater precision in description. Postdepositional modification or erosion of a unit is indicated by an upper case which follows the lower case morphological symbol and is separated from it by a square bracket, e.g. Cv [A. Compound units are designated by more than one group of letters; these areas consist of more than one component that could not be separated at the scale of mapping. Where two or more elements are of equal abundance, they are written together e.g. MvCv. Where the components are separated by a hyphen, the first element is dominant and makes up 60% or more of the unit area; the second element makes up 20-40%; and the third makes up from 5-20% of the unit area, e.g. Mv-Gh or Mv-Gh-Cv. An equal sign is used where the first element constitutes 60% of the unit area and the second 5-20%, e.g. Mb=Mv. One term placed above another, e.g. $\frac{Lv}{Mm}$, indicates a stratigraphic succession within the unit. Three general slope categories are identified.

Slope

An $s_1$ slope terminates at the crest with a bedrock face with a steepness of 30° or more; these slopes are subject to erosion and burial by rapid mass wasting processes, such as snow and rock avalanches and debris flows, and acceleration of fluvial erosion and creep. An $s_2$ slope ranges from 5°-30° or more and is marked by a rounded crest covered by a residual mantle of weathered material and little or no exposed bedrock; erosive and depositional processes are restricted to fluvial erosion and creep. The last slope type has an inclination of less than 5° and is not depicted by a symbol.

Geological boundary (defined, approximate, gradational, inferred)

Drumlin or drumlinized bedrock ridge (direction of ice flow known, unknown)

Meltwater channel

Direction of landslide movement

Geology by L.E. Jackson, Jr., 1974-1976

**Figure 7.4b (cont'd.)**

aussi une certaine méconnaissance du principal groupe d'utilisateurs. Les géologues professionnels et les ingénieurs géologues acceptent et utilisent les cartes géologiques classiques, même si la synthèse qu'elles présentent demeure quelque peu théorique pour des applications immédiates à la gestion des terres. Les personnes qui ne sont pas géologues ne peuvent tirer parti de cartes où l'interprétation prédomine; elles ont besoin de cartes "d'inventaire des terres" ou même de cartes dérivées plus simples. L'information fournie par de telles cartes s'intègre facilement à une base d'information sur les ressources comportant plusieurs paramètres.

En dehors de cela, le débat théorique est un faux débat. Il faut en faire la démonstration afin de pouvoir bâtir une base efficace de gestion de l'information à la Commission.

### 7.2 La stratigraphie quaternaire

La place de la stratigraphie dans cette façon d'envisager l'information géologique doit être soulignée. Une étude des dépôts quaternaires au Canada est une étude des dépôts glaciaires et post-glaciaires et de la surface du socle sur lequel ils reposent. La surface et les horizons repères du socle fournissent les principales données de référence. Pour des motifs qui sont aussi d'ordre technique, la partie supérieure du bâti rocheux doit faire partie des investigations sur les dépôts quaternaires. Nous avons donc besoin d'une étude des formations en surface et d'un examen stratigraphique des dépôts jusqu'à une certaine profondeur dans la roche en place. Une telle investigation comprend des commentaires sur l'histoire géologique et les processus géologiques qui sont intervenus pendant et après le dépôt.

Mais les affleurements sont rares dans les dépôts quaternaires de nombreuses régions du Canada et, quand il y en a, ils ne mettent pas le socle à jour jusqu'à une profondeur suffisante; pour procéder à une étude complète, il faut donc prélever des échantillons par sondage. L'information sur la stratigraphie des dépôts quaternaires peut être recueillie à partir de sondages en recourant à des méthodes géophysiques. Les techniques et l'équipement utilisés par les entrepreneurs chargés de réaliser des essais de forage par rotation et des diagraphies électriques avaient été mis au point pour l'industrie pétrolière. Au début des années 1960, le Conseil de recherches de la Saskatchewan a mis au point un échantillonneur par sondage latéral capable de prélever des échantillons dans les parois des trous choisis pour le prélèvement d'échantillons. Les techniques géophysiques se sont améliorées à un tel point qu'elles sont devenues le principal outil d'interprétation des sondages. Vers la fin des années 1970, les investigations sur le site comprenaient parfois, outre des diagraphies électriques, des diagraphies de rayons gamma et des diagraphies réalisées avec un compas à calibrer.

Dans les Prairies et dans les régions densément peuplées de l'est du Canada, les études régionales devraient idéalement comprendre des coupes géologiques, des cartes de la géologie de surface comprenant des courbes d'égale épaisseur des dépôts superficiels, des cartes de la géologie du bâti rocheux et des cartes topographiques, des cartes comportant des courbes d'égale profondeur des aquifères, et une histoire de la dernière phase de retrait glaciaire. Une telle investigation géologique offrira un cadre de référence régional pour des études en sciences de la Terre et pour des investigations géologiques se rapportant davantage à un site spécifique. La stratigraphie fournit une bonne partie de cette information.

Les résultats des investigations stratigraphiques – à partir de sondages ou d'affleurements – sont implicites dans la synthèse lithostratigraphique de la carte géologique. Les enregistrements individuels conservent toutefois leur importance pour les utilisateurs. Nous avons reçu plusieurs suggestions comme celle-ci qui proposait "...un recours plus généralisé à la réalisation de diagraphies géophysiques dans tous les puits alimentés par la nappe phréatique (obligatoires en Saskatchewan) et aux forages spéciaux. De telles informations permettraient de mieux comprendre les données relatives aux matériaux souterrains et d'établir entre elles des corrélations." Quelle que soit la faisabilité d'un programme systématique de relevés par sondage pour les formations en surface, il est évident que toute information directe sur la partie souterraine de ces formations présente beaucoup d'intérêt pour les utilisateurs. C'est en fait une information indispensable pour les investigations à caractère technique ou sur les ressources en eau ainsi que pour les études de l'histoire régionale.

### 7.3 Une structure de l'information en géologie

Dans la section 6, nous avons traité de diverses questions relatives à l'acquisition, à la gestion et à la diffusion de données géologiques. A la limite, pour obtenir des réponses cohérentes à des questions d'ordre opérationnel, il faut avoir une notion claire de la nature de l'information en géologie et du rôle que joue un organisme particulier dans l'expansion de ce savoir. Dans cette section, nous présentons une "structure de l'information géologique" (fig. 7.6) qui pourra servir à l'étude de certaines des questions dont nous avons parlé.

Une carte géologique – et plus particulièrement une carte des dépôts quaternaires – est une synthèse complexe. Plusieurs types d'observations sur le terrain – tels que le relief, la texture et la provenance des matériaux, la succession

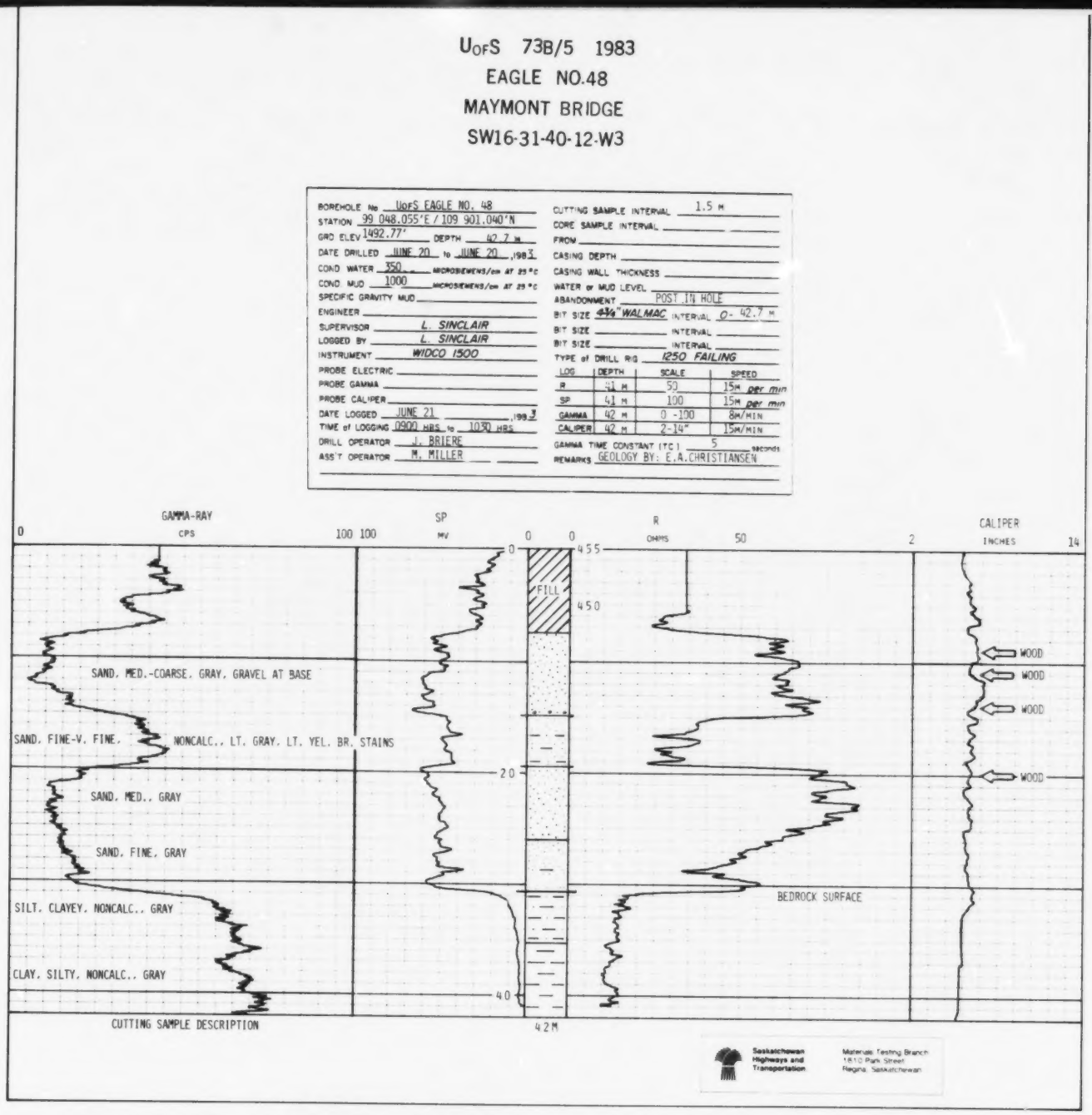



**Figure 7.5.** Diagraphie stratigraphique de formations en surface réalisée à partir de méthodes géophysiques.

stratigraphique – sont combinés et replacés dans un ensemble conceptuel formé d'unités stratigraphiques/chronologiques qui sont ensuite cartographiées. La corrélation des dépôts (le fait de les insérer à la bonne place dans une succession stratigraphique/chronologique) à travers le secteur cartographié peut exiger une bonne dose de discernement géologique. L'information telle que présentée par la carte en fait un document très abstrait si on la compare aux observations faites sur le terrain.

La figure 7.6 présente une série de niveaux d'information – auxquels peuvent correspondre des cartes – qui décrivent des caractéristiques de la surface terrestre sous une forme de plus en plus abstraite. Les cartes qui portent sur la topographie, la texture des matériaux, etc., représentent des observations systématiques faites sur le terrain. Ces dernières présentent déjà le paysage d'une façon conventionnelle ou abstraite car les observations portent sur des éléments choisis, isolés des paysages et les mesures sont prises dans une fraction de

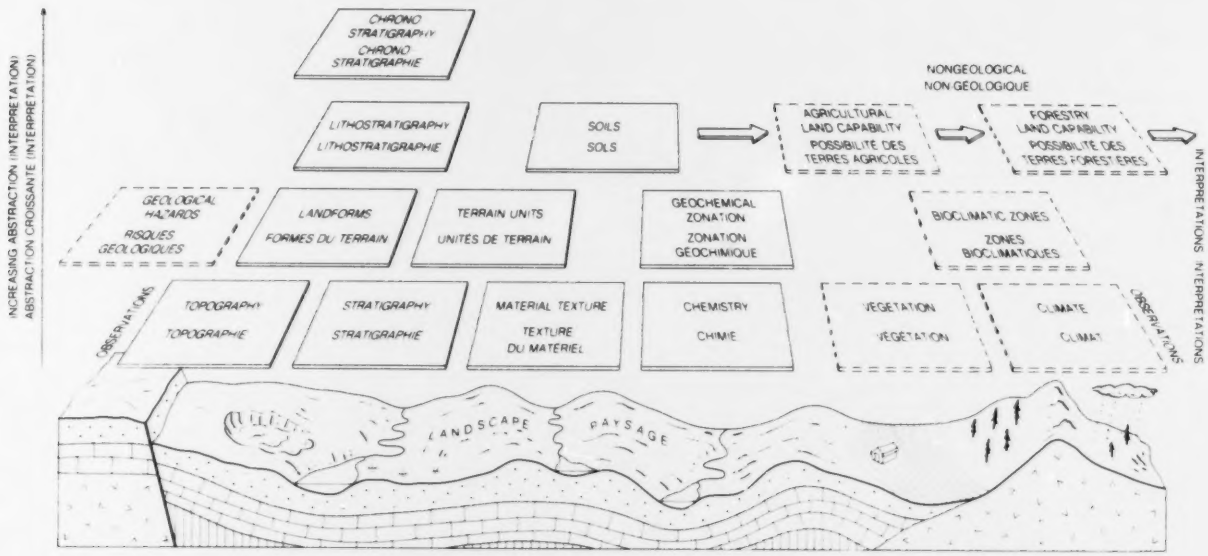



**Figure 7.6.** Une structure de l'information en géologie.

l'espace réel en recourant à des méthodes définies arbitrairement (mais cohérentes).

Au niveau informatif suivant, les observations sont combinées de façon logique pour donner une classification descriptive des paysages. Les observations sont soumises à des règles taxonomiques. Il y a, à ce niveau, un degré d'abstraction assez élevé puisque la classification est élaborée en faisant entre les observations des associations qui s'inspirent d'une longue expérience et de la connaissance des processus génétiques; on obtient ainsi une description "sténographiée" des unités constituant les paysages. Les cartes lithostratigraphiques ou chronostratigraphiques traditionnelles – ou la "carte géologique" qui combine ces deux types – ainsi que les cartes des sols atteignent un niveau d'abstraction plus élevé. Ici, les observations sont combinées en fonction de facteurs génétiques et de corrélations établies à partir du paysage à l'étude.

Les cartes qui indiquent les possibilités des terres ou leur comportement technique probable sont également des cartes d'interprétation puisqu'elles intègrent des corrélations ou des associations qui expriment des mesures de comportement des terrains. Il est possible que l'information utilisée pour dresser ces cartes ne soit pas toujours de nature géologique.

St-Onge (1981) a mis en évidence le rôle essentiel joué par la légende dans une carte; la légende devrait être bâtie de manière à permettre de dissocier la description et l'interprétation (p. 313): "il devrait être possible à une personne qui étudie la carte d'arriver à une conclusion différente de celle de l'auteur. Si les données ne peuvent être réinterprétées, la carte devient une simple illustration des opinions de l'auteur." Certaines des cartes présentées à la figure 7.6 ne diffèrent l'une de l'autre que par le contenu de la légende (par exemple, texture des matériaux, unités de terrain). D'autres cartes d'interprétation résultent du fusionnement d'au moins deux cartes de base. Les unités descriptives de la carte sont combinées de différentes manières pour représenter divers aspects des paysages, tandis que les légendes de la carte fournissent d'autres données utiles. L'information descriptive de base peut de cette façon devenir en grande partie implicite.

Les géologues bâtissent souvent une carte géologique à partir de l'information descriptive qui se trouve dans les carnets de notes prises sur le terrain, les photographies ou des recueils manuscrits. La possibilité pour quiconque lit une carte d'arriver à des conclusions géologiques différentes sera d'autant plus faible que l'information descriptive est devenue implicite. Aujourd'hui, dans un programme de géologie régionale, il est aussi difficile de produire une carte à contenu surtout descriptif qu'une carte mettant l'accent sur l'interprétation. Un grand nombre d'utilisateurs de données géologiques souhaitent employer le matériel descriptif à d'autres fins que la synthèse géologique.

Les cartes descriptives, selon notre typologie, servent à remplir le mandat de la Commission géologique qui est de décrire la géologie du Canada; les cartes géologiques servent à remplir le mandat d'expliquer scientifiquement la géologie et de fournir un cadre à d'autres travaux.

Cette vision hiérarchique de la cartographie élimine la "dichotomie" à laquelle nous avons fait allusion dans la dernière section. Il y a aussi des conséquences pratiques. Les cartes très abstraites sont dans une grande mesure l'expression des opinions de l'auteur: au fur et à mesure des progrès de l'information, les conclusions portant sur la succession des données, les corrélations et l'histoire peuvent changer. Toutefois, les cartes surtout descriptives devraient conserver leur actualité même après l'introduction de nouvelles méthodes d'observation, pourvu que les bases sur lesquelles reposent l'information présentée sur la carte soient connues et comprises.

Les cartes descriptives illustrent une information qui peut être traduite en code machine, traitée mécaniquement et enregistrée dans des banques de données, donc transmise par des moyens électroniques. Ceci est de plus en plus vrai, même dans le cas d'informations de type stratigraphique. Au second niveau (relief, unités de terrain, distribution selon des zones géochimiques), il faut plus de compétence en interprétation. Même à ce niveau, toutefois, l'acquisition automatisée de données demeure possible, par exemple, si des unités de terrain sont identifiées sur des photographies montées dans un appareil de restitution et directement transcrites sur une carte ou converties en données numériques. Si la production d'une carte géologique exige de collationner des informations de plusieurs sources, il est probable que le travail doive en grande partie être fait manuellement. La production de cartes d'aménagement peut être plus ou moins automatisée selon que les critères servant à l'interprétation peuvent être, ou non, ramenés de façon objective à des caractéristiques descriptives (voir, par exemple, Ryder et Maclean, 1980, pour une façon de cartographier des risques géologiques permettant une réinterprétation mécanique d'une carte de terrain.)

La structure de l'information géologique, par conséquent, révèle une hiérarchie des niveaux de description et d'interprétation selon les objectifs visés, et tous devraient être représentés parmi les produits d'un programme de cartographie régionale répondant aux différents besoins des utilisateurs. La carte géologique finale, en particulier, est loin d'être le seul produit d'intérêt. La structure de l'information aide aussi à voir où l'automatisation pourrait être le plus utile.

### 7.4 Le rôle de la Commission géologique dans la diffusion de l'information en géologie

Le rôle de la structure de l'information géologique peut être comparée au mandat de la Commission géologique: décrire et expliquer la géologie du Canada pour le "bien commun". "Description" implique la présentation de cartes descriptives de base apparaissant dans la structure d'information (fig. 7.6); "explication", la présentation de cartes géologiques. Cela implique aussi la mise au point de méthodes de présentation efficaces.

Dans une région donnée, il est peu probable que le développement des connaissances en géologie se fasse simplement en passant d'une étape à l'autre de la structure d'information. La production de bonnes cartes, à quelque niveau que ce soit, exige une bonne connaissance de l'histoire géologique régionale. Par conséquent, les premiers pas vers la connaissance d'une région correspondent à un intense travail d'interprétation géologique – l'échelon supérieur de la structure d'information – et rares sont les cartes finales produites à ce stade. Il semble que ce soit le cas, en ce moment, pour les études des régions littorales et marines, par exemple. Le travail porte beaucoup sur l'histoire quaternaire au large des côtes qui, étant donné le caractère fragmentaire du dossier géologique constitué en milieu terrestre, a remplacé ce dernier comme source de l'information recherchée; on se livre également à quelques expériences pour mettre au point des classifications pour les cartes descriptives. Il y a peu de cartes finales. Dans de nombreuses parties du pays, cependant, le dossier géologique en milieu terrestre est suffisamment complet pour permettre une cartographie de qualité supérieure des éléments qui présentent le plus grand intérêt pratique.

Ceci a des répercussions sur la diversité des compétences requises pour accomplir une telle tâche. Pour connaître la géologie d'une région, il faut, dans un premier temps, se livrer surtout à un travail de recherche. La production de cartes descriptives, cependant, est surtout un travail technique. Le secteur de la géologie du Quaternaire, à la Commission géologique, s'est, dans l'ensemble, préoccupé de tracer l'histoire régionale pour fournir un cadre de travail à la cartographie. Son personnel compte donc plus de chercheurs que de techniciens.

Bon nombre d'utilisateurs se plaignent de la lenteur de production des cartes à la Commission géologique. Nous avons traité de cette question (sections 4 et 6) du point de vue du traitement de l'information. Nous ajoutons ici que le souci de tout expliquer – dans le cas de la géologie historique – peut, dans la plupart des projets, faire oublier l'importance de transmettre rapidement l'information descriptive. En considérant la cartographie des terrains quaternaires sous un angle plus technique, on accélérera le travail de cartographie de niveau descriptif et on rendra ainsi service à un grand nombre d'utilisateurs.

Il ne s'agit pas ici de minimiser l'importance de la science du Quaternaire; elle joue en fait un rôle indispensable. La Commission géologique a acquis la réputation d'être le chef de file au Canada dans l'interprétation de l'histoire quaternaire et le seul

centre d'excellence au pays connu à l'échelle mondiale (Bird, 1987). Il faut continuer à préserver cette réputation car elle explique en grande partie l'autorité qu'on reconnaît aux produits de la Commission géologique du Canada et la réputation acquise par le secteur privé canadien. En outre, les cartes et les rapports géologiques – qui reflètent la connaissance de l'histoire régionale et locale – sont des outils de base pour l'interprétation de l'information descriptive en rapport avec un site particulier. Pour un ingénieur qui travaille à l'échelle d'un site, par exemple, un exposé précis des événements et des processus géologiques marquants d'une région demeure le meilleur guide d'interprétation de l'information recueillie pendant ses investigations sur le site.

Pourtant, dans le secteur de la gestion des terres et des ressources à l'échelle régionale, il existe toute une variété de situations exigeant de recourir à une information descriptive en même temps qu'aux données plus traditionnelles de la géologie régionale. Nous tenons à souligner que la Commission doit, en conséquence, viser un équilibre judicieux entre la recherche et l'inventaire et que l'importance relative à accorder à chacun devra être évaluée avec soin.

Ingénieurs et planificateurs ont besoin de tout un éventail de cartes "dérivées", qu'il s'agisse de cartes portant sur les possibilités des terres ou de cartes décrivant le comportement des terrains. Un grand nombre d'utilisateurs sont surtout intéressés par ce type de cartes. Pour que ces cartes soient utiles à des fins pratiques, il faut habituellement les produire à des échelles assez grandes. Leur production pourrait exiger beaucoup de travail. Qui devrait s'en charger? Les utilisateurs ne s'entendent pas là-dessus. D'une part on nous dit que "si la CGC fait la cartographie, cela suppose qu'elle possède les connaissance du terrain requises pour mettre au point les cartes d'interprétation et les recommandations relatives aux propriétés des terrains." D'autre part, "la CGC devrait continuer à faire porter ses efforts sur la cartographie de reconnaissance à l'échelle régionale et sur la cartographie détaillée de la géologie du Quaternaire à l'échelle de 1/50 000, ainsi que sur les travaux de reconstitution environnementale. Il devrait appartenir aux organismes provinciaux (de façon générale) d'utiliser et d'interpréter l'information géologique en fonction de la gestion des ressources ou de recherches environnementales" (les parenthèses sont de l'utilisateur). Le Comité a tendance à partager ce dernier point de vue. Nous sommes d'avis que les cartes "dérivées" devraient être produites par des géologues de l'endroit (à l'emploi du gouvernement provincial ou de firmes privées) au fur et à mesure des besoins, à partir des cartes régionales de la Commission géologique qui illustrent les principales caractéristiques des terrains. Les fonctionnaires de la Commission devraient bien connaître ces cartes de manière à pouvoir conseiller judicieusement les cartographes d'interprétation" et afin de présenter l'information sous une forme qui en facilitera l'utilisation. La production habituelle de telles cartes semble cependant être du ressort des provinces.

### 7.5 Recommandations relatives aux données et à l'information en géologie

Dans les sections 6 et 7 nous avons passé en revue un ensemble important de problèmes qui concernent l'évolution future des produits en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée. Le recours à l'automatisation pour la conservation et la transmission des résultats, l'utilisation accrue de méthodes géophysiques semi-automatisées pour l'acquisition de données, la création de banques de données, l'adoption de normes d'acquisition et de présentation des données, et, dernier élément qui sous-tend tous les autres, la nature même des produits géologiques, voilà des questions interreliées d'une façon plutôt complexe. Prendre trop rapidement une initiative par rapport à l'une ou l'autre de ces questions peut bouleverser un programme de levés qui, en ce moment, fonctionne assez bien, sans apporter les avantages qu'une évolution planifiée du traitement des données pourrait offrir. Les questions traitées ici demandent à être étudiées beaucoup plus à fond.

D'où notre principale recommandation:

(1.8) la Commission géologique du Canada devrait créer un groupe du travail pour étudier les avantages de nouvelles méthodes d'acquisition et de traitement des données et les conséquences que leur adoption entraînerait sur la poursuite du programme en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée et faire des recommandations à la Commission sur les mesures à mettre en oeuvre.

Ce groupe devrait examiner toutes les questions abordées dans les sections 6 et 7 et toute autre question qui lui semblera pertinente. Il devrait avoir le pouvoir de faire des recherches (à propos, par exemple, des normes en cartographie), de procéder à des essais sur les méthodes et de commander des études. Son travail s'étendra sans doute sur plusieurs années mais le comité devrait se donner un échéancier.

Le groupe devrait être formé à l'intérieur de la Commission. Il devrait toutefois comprendre des représentants de services géologiques provinciaux; il pourrait aussi s'avérer utile que certains membres proviennent d'autres services techniques gouvernementaux aux prises avec les mêmes problèmes (par ex., la Direction des terres

d'Environnement Canada qui a près de vingt ans d'expérience avec le Système d'information géographique du Canada et le Centre de recherches sur les terres d'Agriculture Canada, où le Système d'information sur les sols du Canada est déjà en opération). Il devrait compter des membres extérieurs au gouvernement; ces personnes seraient choisies pour leurs compétences spécifiques et rémunérées pour leur travail. Le groupe principal ne devrait pas compter plus de huit ou dix personnes. Le président devrait être un(e) fonctionnaire d'expérience de la Commission géologique pour qui cette activité représenterait l'essentiel de son travail.

Nous croyons avoir identifié les principales questions auxquelles la Commission géologique sera confrontée au cours des dix prochaines années. Le défi à relever est ainsi défini par Roger Tomlison, un des principaux architectes du Système d'information géographique du Canada: "a l'avenir, il est évident qu'il faudra intégrer un enregistrement sous forme numérique aux étapes initiales d'observation et d'évaluation des ressources. Nous ne pouvons plus nous contenter de la confection manuelle de cartes sur support conventionnel puisque ces cartes doivent ensuite être traduites en langage numérique avant d'être lues et analysées efficacement. Pour améliorer le système, il nous faut repenser tout le processus de cueillette des données; ceci entraînera des changements importants dans la méthode de cueillette des données employée jusqu'ici par des organismes qui se sont fidèlement et consciencieusement acquittés de leurs tâches."

Un comité consultatif constitué pour une courte période ne peut trouver de réponse satisfaisante à cette question. Comme elle concerne tous les aspects du programme, elle mérite d'être étudiée avec soin. Le groupe d'étude doit demeurer en poste assez longtemps pour pouvoir superviser l'introduction progressive de ces changements à la Commission et évaluer leur efficacité. Il faut une étroite collaboration avec le personnel qui travaille sur le terrain et qui sera en fait responsable de la recherche et de la mise au point des méthodes de travail qui seront finalement adoptées.

Nous remarquons, au passage, que le programme de cartographie des régions marines situées en bordure des côtes (recommandation 1.2) pourrait fournir un intéressant terrain d'essai pour de nombreux changements en matière de gestion des données. La mise au point de techniques cartographiques adaptées à ce milieu se poursuit de sorte qu'on ne se heurte qu'à peu de traditions méthodologiques; il existe une tendance naturelle à recourir à la télédétection et aux méthodes géophysiques qui fournissent des données pouvant être traitées mécaniquement; de plus, les scientifiques qui travaillent sur le terrain ont montré autant d'empressement que d'habileté à recourir à des méthodes modernes.

Nous faisons une autre recommandation qui pourrait être mise en oeuvre à court terme et qui va dans le même sens:

(1.9) la Commission géologique du Canada devrait organiser une rencontre à l'échelle nationale pour discuter des normes à adopter pour la cartographie des formations en surface, les légendes des cartes, les formats et le mode de présentation des données relatives aux formations en surface.

Il est évident que nous ne nous attendons pas à la mise en place d'un système immuable. A ce moment-ci, toutefois, il nous apparaît bon de comparer plusieurs approches et d'évaluer les possibilités de les combiner dans la mesure où cela s'avérerait utile.

Nous faisons une dernière recommandation sur le personnel qui exécutera le programme au cours des années à venir:

(4.1) la Division de la science des terrains devrait modifier la composition de son personnel de manière à augmenter le nombre de techniciens par rapport à celui des chercheurs.

Nous croyons qu'à long terme les chercheurs devront être capables de diriger des programmes comportant des volets techniques plus importants et que la gestion des données devra s'automatiser de plus en plus. Nous ne voulons pas dire que la composition actuelle du personnel doit être modifiée de façon arbitraire.

## 8. LA GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE ET LA GÉOLOGIE APPLIQUÉE: UN TRAVAIL DE COLLABORATION

### 8.1 Le contexte

Notre sondage nous a fait découvrir que les usagers souhaitent une accélération de la production en cartographie à la Commission géologique. Le travail sur le terrain nous semble aussi poser certains problèmes qu'il faudra résoudre en recourant à plus de personnel ou à des compétences différentes de celles qu'on trouve actuellement à la Commission (ceci comprend, plus particulièrement, l'attention accrue à apporter au travail en zone littorale, aux processus géologiques holocènes et aux nouveaux moyens d'enregistrer et de transmettre l'information en géologie). Il est peu probable que la Commission puisse disposer de ressources additionnelles pour atteindre ces objectifs de sorte qu'il faudra compter, pour les atteindre, sur la collaboration des membres de la communauté géoscientifique n'appartenant pas à la Commission.

Il faut également tenir compte du fait que la Commission géologique est le premier centre de recherche en géologie du Quaternaire au Canada

(Bird, 1987). L'ensemble de la communauté scientifique compte sur le leadership de la Commission géologique dans plus d'un secteur des études sur le Quaternaire.

Au cours des dernières années, le gouvernement canadien a eu tendance à recourir à des contractants pour certains services techniques. Il y a au Canada suffisamment de spécialistes de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée et de géomorphologues spécialisés dans les questions littorales capables de faire du bon travail. L'adoption de normes pour la cartographie permettrait de préciser plus facilement la qualité de travail requise. Même si la plupart des contrats sont accordés dans le cadre de projets spéciaux, la cartographie devrait toujours satisfaire certaines normes de manière que les résultats puissent aussi être présentés comme une contribution au programme de cartographie régionale ou intégrés aux données de la Commission géologique du Canada dans ce domaine. Au cours des dernières années, une proportion assez surprenante du travail réalisé sous contrat n'a pas dépassé l'étape de la présentation sous forme de dossiers publics.

Une fois réalisée l'entente sur les normes, il y a peu de raisons pour que les travaux de cartographie provinciaux ne puissent être intégrés au programme national de cartographie. Dans les provinces où la cartographie quaternaire n'est exécutée ni par la Commission ni par un organisme provincial, la Commission pourrait chercher des fonds – peut-être en collaboration avec la province – pour assurer la poursuite du travail. Un des principaux résultats de telles ententes pourrait être la formation, dans la province, d'un groupe de géologues-conseils ayant une bonne expérience de la région. C'est un objectif qu'il faudrait atteindre dans toutes les régions du pays.

### 8.2 Le point de vue de la clientèle sur les possibilités de collaboration avec la Commission géologique du Canada

La plupart des usagers ont exprimé le désir de voir augmenter la collaboration directe. Avec certaines universités et certains géologues provinciaux, la collaboration est déjà facile et continue. Quelqu'un a émis l'hypothèse que le personnel de la CGC pourrait tirer profit de stages de travail dans les bureaux des services provinciaux de levés.

Les répondants du secteur privé ont mentionné qu'il serait plus pratique de demander à un fonctionnaire de la CGC de se déplacer que l'inverse – la perte d'un membre important du personnel pouvant faire perdre à une entreprise un avantage concurrentiel. Cependant, les firmes d'ingénieurs ont indiqué qu'une collaboration ininterrompue avec des fonctionaires pourrait présenter des difficultés dans de nombreux cas. Il semble qu'on a plutôt besoin de la collaboration de la Commission pour obtenir des données ou des conseils à des moments déterminés de l'évolution d'un projet lorsqu'une expérience régionale est nécessaire pour confirmer l'information recueillie pour le projet ou pour la situer dans un contexte plus large. Ceci pourrait fonctionner si les employés de la CGC travaillaient dans les régions. On voit la mise au point d'équipement et de techniques comme un domaine de collaboration particulièrement fructueux. On donne comme exemples l'équipement de levés sismiques, l'équipement de sondage et de forage et les méthodes en télédétection.

Les échanges entre le Centre géoscientifique de l'Atlantique et les firmes d'experts-conseils en géologie marine, tant au niveau du personnel que des idées, sont bien accueillis. Le directeur a délibérément encouragé les déplacements de personnel et l'effet a été positif.

En ce qui concerne l'offre de services techniques pour contribuer aux études sur le Quaternaire au Canada, la plupart des répondants (sauf au Québec) ont semblé considérer que les services d'analyse, à l'exception des services de datation, devraient être fournis par les universités et le secteur privé. La plupart des usagers considèrent le laboratoire de radiodatation de la CGC comme un service public (malgré une politique avouée selon laquelle ce service serait essentiellement consacré aux travaux de la Commission), et semblent espérer que la Commission mettra au point d'autres techniques de datation. Les répondants du Québec comptaient sur la Commission pour fournir une gamme étendue de services d'analyse.

### 8.3 Des arrangements innovateurs?

Les tentatives actuelles de faciliter la collaboration se heurtent à des problèmes liés aux institutions. Au-delà des contrats ou des engagements de courte durée – presque toujours rattachés à des projets spéciaux – il semble très difficile d'établir des liens officiels entre la Commission et un travailleur de l'extérieur. Les règlements de la fonction publique concernant les indemnités et la responsabilité semblent poser un problème majeur. (C'est aussi un problème pour d'autres institutions.)

Les engagements à titre honorifique présentent certains avantages dans le cas de personnes (surtout des universitaires) qui travaillent déjà dans des secteurs concernant directement le programme de la CGC; c'est le cas également d'autres collaborateurs directs ayant le statut d'"employé de fait". Ces collaborateurs ont l'avantage d'avoir directement accès aux installations et aux services de la Commission; quant à la Commission, elle peut diriger un programme de travail selon ses besoins et,

dans une certaine mesure, s'assurer qu'un travail sera complété et présenté.

A une époque où la Commission ne peut engager tous les spécialistes dont elle a besoin et où un grand nombre de bons géoscientifiques canadiens ne peuvent plus trouver d'emploi permanent, il serait peut-être bon que le gouvernement procède à un examen critique de ses règlements et se demande si – dans les secteurs scientifiques – l'intérêt public est bien servi par le nombre limité d'ententes de collaboration ou de modalités d'engagement qu'ils permettent actuellement.

Les personnes qui ont répondu au questionnaire ont mentionné qu'il serait très avantageux pour la Commission géologique d'avoir directement accès à des compétences additionnelles dans certaines sphères d'activité comme la stratigraphie quaternaire, la géohydrologie, les processus glaciaires et périglaciaires, les processus fluviaux et littoraux, la géochimie appliquée au domaine quaternaire, la néotectonique, la géotechnique appliquée et les applications de la télédétection aux travaux d'ingénierie et aux études sur les terrains. Certains exemples peuvent surprendre mais ce n'est pas le cas des domaines liés à la géomorphologie et à la géologie appliquée – car ce sont bien là des domaines où la Commission géologique a besoin de ressources supplémentaires.

### 8.4 Se tourner vers les universités

Les géologues, les géomorphologues et les ingénieurs travaillant dans une université pourraient évidemment devenir d'excellents collaborateurs. Les études sur le Quaternaire ne sont pas très développées dans les universités canadiennes malgré la présence de scientifiques de grand mérite (Bird, 1987). Il semble y avoir de bonnes chances que la Commission géologique trouve là de nombreux collaborateurs en se servant de son influence pour encourager le dévelopement de ce secteur. La Commission a déjà apporté un soutien important aux recherches d'étudiants qui préparaient une thèse.

D'autre part, il faut être réaliste. Les universités canadiennes sont avant tout des institutions vouées à l'enseignement – pas des centres de recherche – et leurs membres ont de lourdes tâches à remplir avant de s'occuper de recherche.

Voici quelques-unes des possibilités actuelles de collaboration avec les universités:

(i) recourir aux membres de facultés universitaires pour offrir une importante formation en cours d'emploi aux employés de la CGC;

(ii) vérifier les possibilités de publier les thèses dans les séries de publications finales de la CGC lorsqu'elles traitent de questions appropriées et qu'elles respectent les normes en vigueur;

(iii) encourager ouvertement des membres de facultés qui ont des projets bien définis à prendre un congé sabbatique pour travailler à la Commission;

(iv) encourager un employé de la CGC à passer des périodes d'une année ou deux dans une université lorsque la collaboration avec des membres d'une faculté peut faciliter considérablement la réalisation du projet de cet employé.

Il y a des conditions à satisfaire pour chacune des précédentes suggestions: elles ne visent pas à promouvoir les échanges occasionnels. Un programme de publication de thèses entraînerait sans doute les frais extraordinaires les plus importants. La publication des thèses retenues (celles qui rejoignent les objectifs du programme de la CGC) est à peu près le moyen le plus économique d'exécuter un travail et d'en faire le compte rendu puisque la Commission n'est pas tenue d'assumer les coûts de recherche sur le terrain ni les salaires. Il est quelque peu surprenant que la Commission n'ait pas profité de telles aubaines dans le passé.

### 8.5 Recommandations en vue d'un élargissement des efforts de collaboration

Plusieurs propositions semblent suffisamment réalisables à l'heure actuelle pour justifier des recommandations spécifiques:

(4.2) les contrats de cartographie, qu'ils soient exécutés par le secteur privé ou le secteur public, devraient toujours être écrits et exiger le respect de normes d'exécution permettant l'intégration des résultats au programme de cartographie de base. Les travaux de cartographie provinciaux devraient être intégrés au programme national de cartographie lorsqu'il y a entente sur les normes.

Dans bien des cas, cela n'aura pour conséquences que d'assurer au public l'accès aux cartes provinciales existantes et l'inscription de ces cartes dans un catalogue réunissant les produits de toutes provenances. Même si ces ententes peuvent occasionner des coûts qui empêchent la réalisation d'autres travaux de cartographie, elles demeurent une façon économique d'obtenir des résultats parce que les coûts sont partagés. La coordination des groupes de cartographie des sols de différentes provinces et du Centre de recherches sur les terres d'Agriculture Canada est un exemple de collaboration dans des activités comportant des travaux connexes de levés et de cartographie.

(4.3) La Commission géologique devrait examiner la possibilité de recourir à de nouvelles

formules d'engagement pour s'assurer officiellement les services de scientifiques à titre honorifique ou à temps partiel.

Ceci peut être particulièrement important dans plusieurs des secteurs où des problèmes peuvent se poser et où le personnel est réduit.

(4.4) La Commission géologique devrait tenter d'établir des liens de collaboration plus importants avec les universités dans les nombreux domaines où elles pourraient aider la Commission à mieux remplir son mandat.

C'est là que se trouve la plus importe réserve de spécialistes des sciences de la Terre au Canada. Pour y avoir accès, toutefois, il faudra beaucoup de doigté car il ne s'agit pas d'empêcher ces personnes de remplir leurs obligations à l'égard de leurs universités; en outre, il ne faudrait pas recourir à des chercheurs universitaires quand le travail peut être effectué plus efficacement par le secteur privé.

Ces propositions reposent sur l'opinion que la Commission géologique du Canada devrait interpréter son mandat de façon à y inclure la coordination du programme visant à décrire la géologie du Canada, et qu'elle devrait considérer son programme de publications comme le bilan de ses réalisations plutôt que d'y voir un simple compte rendu de son travail.

## 9. SOMMAIRE DES RECOMMANDATIONS

Voici une liste des principales recommandations du comité consultatif du Conseil géoscientifique canadien à la Commission géologique du Canada sur la production en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée. Elle reprend les recommandations numérotées déjà présentées dans la conclusion des sections 4, 5, 7 et 8 du rapport. C'est là qu'on trouvera l'explication des recommandations et les commentaires qui les accompagnent. Le premier chiffre indique à quel volet du mandat la recommandation se rapporte et le deuxième est un numéro d'ordre.

(1.1) La Commission géologique devrait continuer à considérer le programme de cartographie géologique régionale – et l'interprétation de l'histoire quaternaire qui s'y rattache – comme sa principale activité. Cependant, l'échelle des cartes devrait tenir compte du degré d'activité économique des régions canadiennes. Le choix final des échelles appropriées, pouvant atteindre 1/25 000 dans les secteurs métropolitains de recensement, devrait être fait après étude des normes relatives à l'information fournie par les cartes.

(1.2) Il faudrait se préoccuper davantage du littoral et des régions marines situées en bordure et chercher à dresser des cartes représentant à la fois les caractéristiques de la morphologie littorale et la géologie des formations superficielles littorales et marines. Pour améliorer les méthodes de travail sur le terrain, il faudrait mettre au point des techniques recourant à la géophysique et à la télédétection et faisant usage de petites embarcations.

(1.3) Il faudrait vérifier les possibilités d'une plus grande coordination entre la cartographie des sols et celle de la géologie quaternaire à l'échelle régionale. Dans une première étape, cette coordination pourrait prendre la forme de consultations entre la Commission géologique et le Service de relevés pédologiques du Canada.

(1.4) Les recherches sur la géochimie des formations en surface devraient faire partie du programme de cartographie régionale. A partir d'un examen des pratiques actuelles, il faudrait déterminer quels types d'information et quelles méthodes de cueillette, d'analyse et de compte rendu des données seront le plus couramment utilisées au cours des 15 prochaines années, en tenant compte des applications possibles à l'exploration minière et à la gestion de l'environnement.

(1.5) La Commission géologique devrait intervenir pour que le nombre d'études sur les environnements holocènes au Canada augmente de façon sensible.

(1.6) La Commission géologique devrait encourager l'étude, à l'échelle régionale, des éléments cartographiables des risques environnementaux associés à la géologie du socle et des formations en surface, et elle devrait, dans son programme de cartographie régionale, accorder un intérêt particulier à la présence de sols sensibles et de pergélisol.

(1.7) La Commission géologique devrait songer à redonner une place plus importante à l'évaluation régionale des nappes phréatiques dans son programme de cartographie régionale, surtout dans les provinces des Prairies.

Parmi ces recommandations portant sur un programme destiné à répondre aux besoins d'information à l'échelle nationale, la première (1.1) est de loin la plus importante. Les principales implications des autres recommandations concernent aussi le programme de cartographie régionale. Selon l'opinion la plus répandue, les nouvelles ressources – dans l'éventualité où la Commission en bénéficierait – devraient être consacrées au programme de cartographie. Il faudrait des ressources additionnelles pour donner suite à la recommandation (1.2) avec toute la détermination nécessaire; nous nous demandons si le

programme de recherches en océanographie, d'une ampleur beaucoup plus considérable, ne pourrait pas les fournir. Donner suite à la recommandation (1.7) entraînerait des réaffectations au niveau du personnel du secteur fédéral des ressources en eau et ne toucherait donc pas seulement la Commission géologique.

Compte tenu des contraintes déjà mentionnées, ces recommandations pourraient être appliquées avec les ressources actuelles. Ce sont des recommandations qui portent sur le rythme et les centres d'intérêt du programme de cartographie.

A long terme, le principal problème qui se posera au secteur de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée sera l'adaptation de son programme de cartographie aux méthodes modernes de traitement des données et aux besoins d'information. Ce problème est d'une importance vitale si la Commission veut que les résultats de ses travaux servent à quelque chose. Cest une question trop vaste pour être réglée par le comité consultatif. En conséquence,

(1.8) la Commission géologique du Canada devrait créer un groupe de travail pour étudier les avantages de nouvelles méthodes d'acquisition et de traitement des données et les conséquences que leur adoption entraînerait sur la poursuite du programme en géologie du Quaternaire et en géologie appliquée et faire des recommandations à la Commission sur les mesures à mettre en oeuvre.

Pour préparer cette activité,

(1.9) la Commission géologique du Canada devrait organiser une rencontre à l'échelle nationale pour discuter des normes à adopter pour la cartographie des formations en surface, les légendes des cartes, les formats et le mode de présentation des données relatives aux formations en surface.

Tous les usagers font ressortir le caractère prioritaire du programme de cartographie régionale. Ils admettent que les ressources dont ils disposent ou des contacts officieux avec le personnel de la Commission devraient permettre l'acquisition d'information plus spécialisée ou plus spécifique. Il est par conséquent difficile de distinguer des priorités autres que celle du programme de cartographie régionale dans son ensemble. Compte tenu de cet état de choses, nous faisons la recommandation suivante:

(2.1) la Commission géologique devrait se préoccuper davantage de la cartographie des régions habitées du pays ainsi que de la compilation des cartes remises à jour pour les régions voisines des grands centres urbains.

Cette activité se déroulera, en partie, avec la collaboration des provinces.

Les recommandations qui suivent concernent le programme actuel de publication et la communication avec le public. A cause de leur nature même, elles pourraient avoir un effet sur l'ensemble des activités de la Commission plutôt que sur les seules activités du secteur de la géologie du Quaternaire et de la géologie appliquée.

(3.1) La Commission devrait considérer la revalorisation de ses publications finales (cartes de la série "A", Mémoires, Bulletins, Études) en tant que véhicules de ses produits traditionnels (rapports, cartes) les plus importants et elle devrait recourir à une technologie capable d'en assurer la publication en temps opportun.

(3.2) La série des dossiers publics devrait être consacrée expressément à la diffusion de matériel non conventionnel, de séries de données, de certains rapports de conseillers techniques et d'autres produits qui ne satisfont pas aux exigences thématiques ou matérielles des publications finales.

(3.3) Recherches en cours devrait être remplacé par des contributions aux journaux de l'extérieur et par la mise en place d'un service d'information sur les projets adapté aux besoins de la clientèle.

(3.4) Les conférences sur des thèmes généraux et les journées d'accueil devraient être abandonnées comme moyens d'entrer en communication avec la clientèle.

(3.5) La Commission géologique devrait plutôt organiser des séminaires dans les centres régionaux à l'intention de clientèles-cibles en collaboration avec des spécialistes de la province ou de l'endroit, dans le but de renseigner les gens sur les réalisations les plus récentes de la Commission et sur d'autres activités de recherche ou d'inventaire.

(3.6) La Commission géologique devrait désigner des membres du personnel des projets régionaux pour des engagements de longue durée dans une ou l'autre des régions habitées du Canada et ils devraient avoir leurs bureaux dans les régions mêmes.

(3.7) La Commission géologique devrait mettre en place, à l'intention du grand public, un programme d'information portant sur ses projets en cours et ses réalisations et mettant plus particulièrement l'accent sur la géologie du Quaternaire et ses applications.

Des recommandations qui précèdent, seule la recommandation (3.7) peut entraîner un coût additionnel. Au début, il ne devrait pas être important.

Sur la façon de réunir les compétences nécessaires à la mise en oeuvre du programme, nous faisons les recommandations suivantes:

(4.1) la Division de la science des terrains devrait modifier la composition de son personnel de manière à augmenter le nombre de techniciens par rapport à celui des chercheurs;

(4.2) les contrats de cartographie, qu'ils soient exécutés par le secteur privé ou le secteur public, devraient toujours être écrits et exiger le respect de normes d'exécution permettant l'intégration des résultats au programme de cartographie de base. Les travaux de cartographie provinciaux devraient être intégrés au programme national de cartographie lorsqu'il y a entente sur les normes;

(4.3) la Commission géologique devrait examiner la possibilité de recourir à de nouvelles formules d'engagement pour s'assurer officiellement les services de scientifiques à titre honorifique ou à temps partiel;

(4.4) la Commission géologique devrait tenter d'établir des liens de collaboration plus importants avec les universités dans les nombreux domaines où elles pourraient aider la Commission à mieux remplir son mandat.

Le noeud du problème en ce qui concerne une utilisation plus rationnelle de toutes les compétences disponibles au Canada est le choix trop limité d'ententes actuellement possibles pour entreprendre officiellement du travail en collaboration.

En conclusion, il convient de mentionner que les usagers ont eu des commentaires très élogieux à l'égard de la Commission géologique pour la nature et la valeur scientifique de ses cartes et de ses rapports en géologie du Quaternaire. Même en géologie appliquée, ces produits représentent (selon Leggett, 1979) la contribution la plus importante de la Commission. La requête la plus pressante reçue par le comité porte sur l'augmentation du volume et du rythme de production. Les usagers demandaient aussi d'avoir accès plus facilement aux données recueillies sur le terrain et à des cartes "descriptives" destinées à toute une gamme de travaux reliés à la gestion de l'environnement à l'échelle régionale. Ce sont des messages positifs puisqu'ils confirment la valeur pratique du travail de la Commission. Pour y répondre à partir des ressources qui seront disponibles selon les prévisions, nous avons suggéré à la Commission de commencer à normaliser ou à semi-automatiser une plus grande partie des opérations liées à la cueillette et à la diffusion de données. Il faudrait toutefois le faire d'une façon prudente et progressive pour que l'orientation actuelle vers la production de cartes et de rapports en géologie du Quaternaire demeure un élément important du programme de développement. Nous avons l'impression que les usagers souhaiteraient que nous félicitions la Commission pour ses réalisations sur le terrain.

## REMERCIEMENTS

Nous aimerions remercier les 90 membres des communautés scientifiques canadiennes des sciences de la Terre et de la gestion de l'environnement qui nous ont témoigné leur intérêt et ont répondu avec attention à notre questionnaire. L'unanimité des points de vue exprimés a contribué pour beaucoup à la réalisation de ce rapport.

Les bibliothécaires de la Commission géologique du Canada au bureau de Vancouver, mesdames Mary Akehurst et Wynn Horwat, nous ont aidés à dresser le bilan des publications, surtout en triant (et en livrant à notre inspection) les dossiers publics.

Madame J.M. Ryder a rempli avec efficacité le poste de secrétaire de ce comité; elle a traité et mis au point la version finale du manuscrit original.

Monsieur Michael Keen a rendu possible une visite courte mais très instructive au Centre géoscientifique de l'Atlantique. En dernier lieu, monsieur John Scott, directeur de la Division de la science des terrains, nous a apporté sa collaboration en nous informant longuement des activités de sa division et sa patience a été remarquable.

## BIBLIOGRAPHIE

**American Geological Institute**
1962: Dictionary of Geological Terms; Dolphin, New York.

**Armstrong, J. E.**
1980a: Surficial geology, Mission, British Columbia; Commission géologique du Canada, carte 1485A, échelle de 1/50 000.
1980b: Surficial geology, Chilliwack (W/2), British Columbia; Commission géologique du Canada, carte 1487A, échelle de 1/50 000.
1984: Environmental and engineering applications of the surficial geology of the Fraser Lowland, British Columbia; Commission géologique du Canada, Étude 83-23.

**Armstrong, J. E. et Hicock, S. R.**
1980a: Surficial geology, Vancouver, British Columbia; Commission géologique du Canada, carte 1486A, échelle de 1/50 000.
1980b: Surficial geology, New Westminster, British Columbia; Commission géologique du Canada, carte 1484A, échelle de 1/50 000.

**Service de l'environnement atmosphérique**
1985: Canada Climate Programs, Annual Report, 1984; ministère de l'Environnement du Canada.
1986: Canada Climate Programs, Annual Report, 1985; ministère de l'Environnement du Canada.

**Bell, F. G.**
1983: Fundamentals of Engineering Geology; Butterworths, Londres.

**Bird, J.B. (compiler)**
1987: Quaternary geosciences in Canada; Commission géologique du Canada, Étude 87-18.

**Burns, R.K.**
1985: Data storage and processing in Terrain Sciences Division; in Recherches en cours, partie B; Commission géologique du Canada, Étude 85-1B, p. 475-478.

**Parlement du Canada**
1984: Soil at risk, Comité sénatorial permanent de l'agriculture, des pêches et des forêts, 129 p.
1981: Still Waters: Report of the sub-committee on acid rain; Comité sénatorial permanent des pêches et des forêts, 150 p.

**Card, K.D., Poole, W.H. et Sanford, B.V.**
1981: Sensitivity of bedrock and derived soils to acid precipitation (south-central and southeastern Canada); Commission géologique du Canada, cartes 1549A, 1550A, 1551A, échelle de 1/2 million.

**Chesworth, W.**
1982: Late Cenozoic geology and the second oldest profession; Geoscience Canada, vol. 9, pp. 54-61.

**Church, M.**
1980: Records of recent geomorphological events; in Timescales in Geomorpgology, R.A. Cullingford, D.A. Davidson, et J. Lewin (rédacteur), Wiley, Chichester, pp. 13-29.

**Clague, J.J.**
1982: The role of geomorphology in the identification and evaluation of natural hazards; in Applied Geomorphology, R.G. Craig et J.L. Craft (rédacteur.); George Allan and Unwin, Londres, pp. 17-43.

**Coope, J.A., D'Anglejan, B., Gordy, P.L., Strangway, D.W., Sutherland Brown, A., et Tanguay, M.G.**
1983: Un examen du débit de la Commission géologique du Canada. Première partie de Les géosciences au Canada, 1982; Commission géologique du Canada, Étude 82-6, Partie 1, 59 p.

**Cruden, D.M.**
1985: Rock slope movements in the Canadian Cordillera; Canadian Geotechnical Journal vol. 22, pp. 528-540.

**Eisbacher, G.H.**
1979: First-order regionalization of landslide characteristics in the Canadian Cordillera; Geoscience Canada, vol. 6, pp. 69-79.

**Eisbacher, G.H. et Clague, J.J.**
1984: Destructive mass movements in high mountains: hazard and management; Commission géologique du Canada, Étude 84-16, 230 p.

**Evans, S.G.**
1984: The landslide response of tectonic assemblages in the southern Canadian Cordillera; Proceedings, 4th International Symposium on Landslides, Toronto, vol. 1 pp. 495-502.

**Fulton, R.J., Boydell, A.N., Barnett, D.M., Hodgson, D.A. et Rampton, V.N.**
1974: Terrain mapping in northern environments; in Canada's northlands: technical workshop to develop an integrated approach to base data inventories for Canada's northlands, Proceedings; ministère de l'Environnement du Canada, Direction des terres.

**Fulton, R.J., Hodgson, D.A. et Minning, G.V.**
1975: Inventory of Quaternary geology, southern Labrador: and example of Quaternary geology-terrain studies in undeveloped areas; Commission géologique du Canada, Étude 74-46, 14 p.

**Gartner, J.F.**
1981: The relevance of new terrain mapping to mineral exploration; The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, v. 74, p. 108-113.
1984: Some aspects of engineering geology mapping in Canada; Bulletin of the Association of Engineering Geologists, v. 21, p. 269-293.

**Gartner, J.F., Mollard, J.D., and Roed, M.A.**
1981: Ontario engineering geology terrain users' manual; Ontario Geological Survey, Northern Ontario Engineering Geology Terrain Study 1, 51 p.

**Goldberg, J.M., Fosberg, F.S., Sachet, M.H., et Reimer, A.**
1965: World distribution of soil, rock, and vegetation; United States Geological Survey, Report TE1-865, 33 p.

**Helie, R.G.**
1984: Surficial geology, King William Island and Adelaide Peninsula, Districts of Keewatin and Franklin, Northwest Territories; Commission géologique du Canada, carte 1618A, échelle de 1/250 000.

**Hughes, O.L., Veillette, J.J., Pilon, J., Hanley, P.T. et van Everdingen, R.O.**
1973: Terrain evaluation with respect to pipeline construction, Mackenzie transportation corridor, central part, Lat. 64° to 68°N; Comité d'étude sur les questions environnementales et sociales, Les pipelines du Grand Nord, Groupe de travail sur la mise en valeur du pétrole en milieu nordique, Rapport 73-37, 74 p.

**Jackson, L.E., Jr.**
1983: Surficial geology, Kananaskis Lakes 82-J (Alberta portion); Commission géologique du Canada, dossier public 924, échelle de 1/125 000.
1986: Terrain inventory, Kananaskis Lakes, Alberta; Commission géologique du Canada, carte 2-1984, échelle de 1/125 000.

**Jurdent, M., Belami, J.L., Gerardine, V., et Ducrue, J.P.**
1976: L'inventaire du capital-nature; Pêches et Environnement Canada, Direction régionale des terres, Service des études écologiques régionales.

**Kramer, J.R.**
1982: Quaternary geology and environmental health; Geoscience Canada, vol. 9, pp. 62-67.

**Kurfurst, P.**
1977: Acoustic properties of frozen soils; in Report of Activities, Part B, Commission géologique du Canada, Étude 77-1B, pp. 277-280.

**Kurfurst, P. et Veillette, J.J.**
1977: Geotechnical characterization of terrain units, Bathurst, Cornwallis, Somerset, Prince of Wales and adjacent islands; Commission géologique du Canada, dossier public 471.

**Lacate, D.**
1969: Guidelines for biophysical land classification; ministère des Pêches et des Forêts du Canada, Service canadien des forêts, Publication 1264.

**Legget, R.F.**
1979: Geology and geotechnical engineering (the 13th Terzaghi Lecture); American Society of Civil Engineers, Proceedings, Journal of the Geotechnical Engineering Division vol. 105, pp. 342-391.
1982: The Quaternary and civil engineering; Geoscience Canada, vol. 9, pp. 51-54.

**Liss, P.S. et Crane, A.J.**
1983: Man-made carbon dioxide and climate change: a review of scientific problems; Geo Books, Norwich, 127 p.

**Mapping Systems Working Group**
1981: A soil mapping system for Canada: revised; Agriculture Canada, Centre de recherches sur les terres; Contribution 142, 94 p.

**Mollard, J.D.**
1970: Photo-interpretation studies in the location of prairie groundwater supplies; Canadian Geotechnical Journal, vol. 7, pp. 127-135.
1977: Regional landslide types in Canada; Reviews in Engineering Geology, vol. 3, pp. 29-56.

**Monroe, R.L.**
1974: Preliminary drafts of terrain classification and sensitivity maps; Commission géologique du Canada, dossiers publics 117, 120, 121, 125, 131, 132, 144, 145, 157, 210, échelle de 1/250 000.

**Nasmith, H.W. et Gerath, R.F.**
1979: Geotechnical air photo interpretation; The B.C. Professional Engineer, Août, 1979, pp. 9-12.

**Owens, E.H., Taylor, R.B., Miles, M. et Forbes, D.L.**
1981: Coastal geology mapping: an example from the Sverdrup Lowland, District of Franklin; in Recherches en cours, partie B, Commission géologique du Canada, Étude 81-1B, pp. 39-48.

**Pearse, P.H., Bertrand, F., et MacLaren, J.W.**
1985: Currents of change: final report of the Inquiry on Federal Water Policy; Environnement Canada, Ottawa, 222 p.

**Rutter, N.W.**
1977: Methods of terrain evaluation, Mackenzie transportation corridor, N.W.T., Canada; Earth Surface Processes 2, pp. 295-308.

**Rutter, N.W., Boydell, A.N., Savigny, K.W. et van Everdingen, R.O.**
1973: Terrain evaluation with respect to pipeline construction, Mackenzie transportation corridor, southern part, Lat. 60° to 64°N; Comité d'étude sur les questions environnementales et sociales, Les pipelines du Grand Nord, Groupe de travail sur la mise en valeur du pétrole en milieu nordique, Rapport 73-36, 135 p.

**Ryder, J.M.**
1986: Terrain classification manual: a handbook for mappers; contract report presented to British Columbia Ministry of Environment, Surveys and Resource Mapping Branch.

**Ryder, J.M. et MacLean, B.**
1980: Guide to the preparation of a geological hazards map; British Columbia Ministry of Environment, Resource Analysis Branch, Working Report 1980-04-17, 17 p.

**Shilts, W.W.**
1976: Glacial till and mineral prospecting; in Glacial till, R.F. Legget (rédacteur.); Société royale du Canada, Publication spéciale 12, pp. 205-223.
1981: Sensitivity of bedrock to acid precipitation: modification by glacial processes; Commission géologique du Canada, Étude 81-14, 7 p.
1984: Till geochemistry in Finland and Canada; Journal of Geochemical Exploration, vol. 21, pp. 95-117.

**St-Onge, D.A.**
1981: Theories, paradigms, mapping and geomorphology; Canadian Geographer, vol. 25, pp. 307-315.

**Tomlinson, R.F.**
1984: Geographic information systems – a new frontier; Procès-verbal, Symposium international sur le traitement des données recueillies dans l'espace, Zurich, Suisse, 20-24 août, 1984, pp. 1-14.

**Valentine, K.W.G.**
1978: The 'interpreter' effect in mapping terrain in northern British Columbia using colour aerial photography and LANDSAT imagery; Canadian Journal of Soil Science, vol. 58, pp. 357-368.
1981: How soil map units and delineations change with survey intensity and map scale; Canadian Journal of Soil Science, vol. 61, pp. 535-551.

**Varnes, D.J.**
1974: The logic of geological maps, with reference to their interpretation and use for engineering purposes; U.S. Geological Survey, Professional Paper 837.

**Weir, J.D., Coope, J.A., Mollard, J.D., Strangway, D.W., et Sutherland Brown, A.**
1979: A report concerning the Geological Survey of Canada; in The Geosciences in Canada, 1978. Annual Report including a study concerning the Geological Survey of Canada, E.C. Appleyard (ed.); Commission géologique du Canada, Étude 79-6.

## ANNEXE 1
## QUESTIONNAIRE ADRESSÉ AUX ORGANISMES

CANADIAN GEOSCIENCE COUNCIL
ADVISORY COMMITTEE TO THE GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA ON OUTPUT IN QUATERNARY AND ENGINEERING GEOLOGY

Questionnaire: to identify users of Quaternary and engineering geological information

1. Your organization? _____

2. Your position? _____

3. Do you receive and respond to requests for Quaternary and/or surficial geologic data from outside your own organization?

   _____

4. List in order of importance the groups to whom you supply Quaternary or related geologic data (e.g. other government organizations, consultants, mineral exploration companies, students, well drillers, etc.etc.). For major recipients, be as specific as you can.

   _____

   _____

   _____

   _____

   _____

   _____

   _____

   _____

5. What percentage of the requests are you able to satisfy?

   _____

   _____

6. What classes of requests cannot be satisfied?

   _____

   _____

   _____

   _____

7. What percentage of the data you supply comes from
   1. Your own organization _____

   _____

   _____

   2. Another Canadian organization? Please name.

   _____

   _____

   3. Some other source? Please name. _____

   _____

   _____

8. Please name some individuals or organizations (from amongst those named in Q.4) who may be able to provide us with a thoughtful review of information sources for Quaternary and surficial data pertinent to their work. (It is of greater importance for us to identify a broad range of users - or should-be users - than to exhaust any one groups of users in your region.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

**ANNEXE 2**
**QUESTIONNAIRE ADRESSÉ AUX UTILISATEURS D'INFORMATION EN GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE ET EN GÉOLOGIE APPLIQUÉE**

Cher monsieur,

Le Conseil Canadien des sciences de la terre a reçu de la Commission géologique du Canada le mandat d'évaluer ses activités et travaux dans les domaines du Quaternaire et de la géologie de l'ingénieur et de formuler des recommandations dans le but d'améliorer ces aspects. Nous vous demandons, à titre d'utilisateur de données géologiques, de bien vouloir remplir le formulaire ci-joint. Votre contribution à cette étape très importante de la réalisation de notre mandat sera fort appréciée.

Nous avons décidé de solliciter un petit nombre de personnes-ressources pour notre première démarche. Il est alors important d'obtenir un taux de réponse aussi près que possible de 100%. Cette stratégie nous permet de recourir à une forme de questionnaire plus détaillée. Nous voulons obtenir vos opinions et non une liste d'items cochés. Un espace est prévu pour vos commentaires; veuillez utiliser une feuille supplémentaire s'il est trop bref. Si vous constatez que nous avons oublié des points importants veuillez nous en aviser.

Nous vous envoyons deux copies du formulaire, une peut servir de brouillon et l'autre nous est destinée. Dans quelques cas nous donnerons suite au questionnaire par des contacts directs. Si de votre part vous désirez discuter plus en détails certains points, indiquez votre intention au sommet de la première page. Dans notre rapport final nous pourrons utiliser vos réponses mais sans en dévoiler la source, à moins d'entente en ce sens. Les formulaires seront éventuellement versés aux dossiers de la Commission géologique mais les noms et signatures auront été enlevés afin de conserver l'anonymat. Si vous voulez énoncer des opinions "délicates", avisez-nous et nous vous contacterons.

Le temps consacré à ce travail sera une contribution utile à la communauté canadienne des sciences de la terre. Notre rapport sera publié par le Conseil canadien des sciences de la terre.

Merci de votre aide,

Jean-Y. Chagnon
Département de géologie
Pavillon Pouliot
Université LAVAL
Québec G1K 7P4

CONSEIL CANADIEN DES SCIENCES DE LA TERRE

COMITE D'EVALUATION - RE: ACTIVITES DE LA COMMISSION GEOLOGIQUE DU CANADA EN GEOLOGIE DU QUATERNAIRE ET EN GEOLOGIE DE L'INGENIEUR

---

Ce questionnaire est destiné aux utilisateurs des documents publiés par la CGC dans les domaines du Quaternaire et de la géologie de l'ingénieur

---

1- Le but de ces questions est de déterminer votre usage des données géologiques.

a) Indiquez les types de projets pour lesquels vous utilisez des données.

i -exploration minière _____

ii -travaux de génie portant sur les structures et routes _____

iii-aménagement du milieu et développement des ressources naturelles (incluant les travaux de génie autres que structures et routes) _____

iv -reconstitutions paléoenvironnementales _____

v -autres (indiquez la nature s.v.p.) _____

_____

_____

b) Décrivez un ou deux projets pour lesquels vous avez utilisé des données géologiques.

_____

_____

_____

_____

_____

c) Quelle était l'information requise et comment l'avez vous obtenue ?

_____

_____

_____

_____

_____

2- Le but de ces questions est de déterminer la nature des méthodes utilisées pour l'obtention de l'information.

a) Qui est responsable chez vous d'établir la nécessité d'obtenir l'information géologique ?

_____

b) Avez-vous accès chez votre employeur à une bibliothèque géologique ?

_____

c) Quand vous avez besoin de renseignements d'ordre géologique, où les trouvez-vous ?

i -connaissances ou contacts personnels _____
ii -un géologue qui travaille avec vous _____
iii-la Commission géologique du Canada _____
iv -un organisme provincial - lequel _____
v -département de géologie - université _____
vi - recherche en bibliothèque _____
vii-autres _____

Notes:_____
_____
_____
_____

3- Le but de ces questions est d'établir si l'information obtenue est complète et adéquate.

a) Vous obtenez généralement l'information requise ?

b) De quel type d'information manquez vous en général ?

c) Est-ce que l'information obtenue est présentée selon un format satisfaisant ? Si non, expliquez.

d) Que faites vous si l'information requise n'est pas disponible ? Expliquez.

e) Croyez-vous que la Commission géol. du Canada doit fournir l'information non disponible actuellement ? Expliquez.

4- Le but de cette question est d'évaluer les services et travaux de la Commission géologique du Canada.

a) Evaluez l'état de la cartographie (Quaternaire et géologie de l'ingénieur) dans votre région en incluant si vous le désirez les travaux de ministères provinciaux.

| Régionale (100,000+) | | | Détaillée (50,000-) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Bon | OK | Mauvais | Bon | OK | Mauvais |
| | | | | | |

Expliquez s.v.p. Votre avis sur le rythme de publication des cartes (ainsi que les revisions) serait utile.

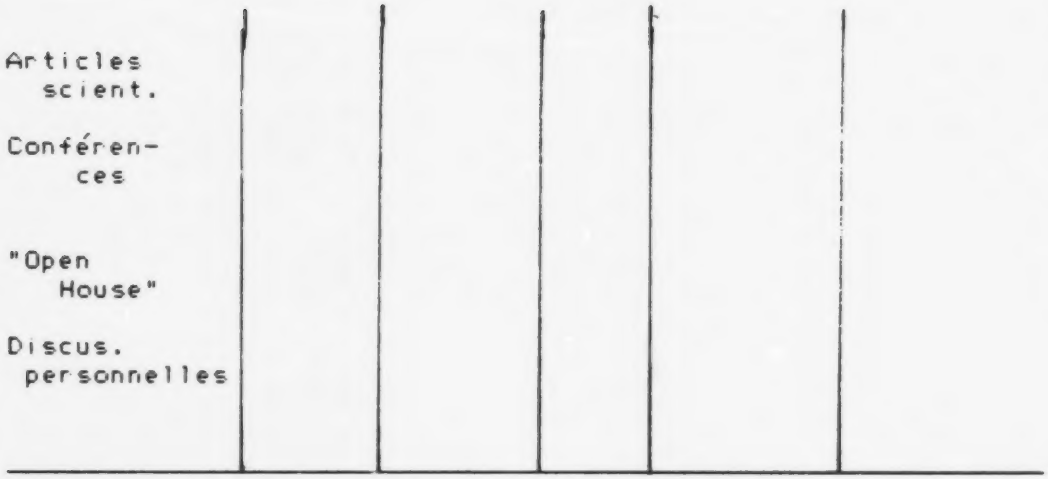
_____

_____

_____

b) Evaluez la valeur que vous attribuez à ces documents (en raison de leur utilité, opportunité et qualité):

| | Valable | Marginale | Peu | Rang (1-9) | Notes |
|---|---|---|---|---|---|
| Cartes | | | | | |
| Bulletins, memoires géol.écon | | | | | |
| "Papers", r.prélim. | | | | | |
| "Current research" | | | | | |
| "Open files" | | | | | |


Articles scient.
Conférences
"Open House"
Discus. personnelles

5- Dans plusieurs domaines d'application de la géologie du Quaternaire et de la géologie de l'ingénieur, la collaboration de géologues et de spécialistes d'un domaine différent est utile. Ainsi un "Quaternariste" oeuvrant au sein d'une équipe de cartographie des sols pour fins pédologiques peut aider les pédologues à mieux comprendre l'origine des sols alors que les études des pédologues peuvent aider le géologue à mieux comprendre les processus et résultats de l'intempérisme. De nombreux exemples du genre sont possibles dans divers domaines (archéologie, aménagement du territoire, exploration minière, etc...). Les questions qui suivent ont pour but d'explorer les possibilités d'amélioration des contacts professionnels avec la CGC et d'accroissement de la disponibilité d'experts de la CGC.

a) Aimeriez-vous avoir plus de contacts avec les scientifiques de la CGC actifs dans votre domaine d'intérêt ? Expliquez.

_____

_____

_____

b) Si oui, aimeriez-vous que des scientifiques de la CGC travaillent avec vous, dans votre organisme, sur des projets conjoints (vous fournissez les locaux, CGC contribue les salaires et dépenses de son personnel) ? Serait-ce valable ?

_____

_____

c) Aimeriez-vous travailler aux bureaux de la CGC sur des projets conjoints ?

_____

_____

d) Connaissez-vous des domaines de recherche pour lesquels la CGC a besoin d'expertise supplémentaire ? Expliquez.

_____

_____

e) La CGC doit-elle faciliter l'accès aux services analytiques de pointe dont elle dispose (analyses radioisotopiques, méthodes de datation absolue) aux frais des utilisateurs ? Donnez un exemple de ce qui pourrait vous intéresser.

_____

_____

_____

6- Le but de ces questions est de faciliter l'identification des besoins futurs en ce qui touche l'information géologique. (10-15 prochaines années).

a) Prévoyez-vous des projets dans votre domaine d'activité qui pourraient nécessiter plus ou des types d'information géologique différents dans le futur ?

_____
_____
_____
_____

b) Anticipez-vous le besoin de différents modes de présentation des données géologiques pour l'utilisateur dans le futur ?

_____
_____
_____
_____
_____

7- Commentaires généraux

Avez-vous des suggestions sur la/les façon(s) d'améliorer la cueillette, la présentation et la distribution de l'information dans les domaines du Quaternaire et de la géologie de l'ingénieur ? Connaissez-vous des sujets qui ne sont pas bien traités actuellement ?
(i) à la CGC ? (ii) en général ?

8- Ces questions ont pour but d'identifier le "niveau" géologique du répondant et de son employeur.

a) Formation en géologie

i - diplôme universitaire en géologie ou génie géologique ou géotechnique _____

ii - un ou plusieurs cours à l'université en géologie _____

iii- cours de niveau CEGEP, émissions de TV, conférences _____

iv - formation acquise au travail _____

b) Combien de géologues, géomorphologues ou d'ingénieurs (géologie/géotechnique) sont employés chez vous ?

_____

c) Quelle est la fréquence de vos contacts avec des géologues, géomorphologues ou des ingénieurs (géol./géot) dans vos activités régulières ?

i - plus d'une fois par semaine _____

ii - plus d'une fois par mois _____

iii- peu fréquent _____

d) Comment évaluez-vous votre capacité de compréhension des rapports géologiques ?

_____

_____ _____

Nom du répondant Employeur